

Sitzungsberichte

der

mathematisch - physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.



Band VI. Jahrgang 1876.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1876.

In Commission bei G. Franz.

Herr C. W. Gümbel giebt:

„Geognostische Mittheilungen aus den Alpen“.

III.

Ans der Umgegend von Trient.

Ein mehrfach wiederholter Besuch der Gegend von Botzen, Trient und des Fassathals hat mir Gelegenheit verschafft, die früheren geognostischen Mittheilungen ¹⁾ über Südtirol vielfach zu vervollständigen und zu erweitern. Obwohl diese meine Beobachtungen, die ich nur bei gelegentlichen Ausflügen anstellte, zu einem erschöpfenden Bilde der geognostisch so höchst interessanten Landschaft auch nicht entfernt zureichend sind, so glaube ich doch, dass sie einige nützliche Beiträge zu einer später nachfolgenden, umfassenden Untersuchung liefern können, wesshalb ich sie, soweit dieselben ein allgemeineres Interesse haben, hier mittheile.

Seit meiner ersten Publikation über das Mendel- und Schlerengebirge ist durch die umfassenden Leistungen der Wiener Geologen innerhalb des bezeichneten und zunächst angrenzenden Gebiets, ferner durch die fortgesetzten Forschungen von v. Klipstein, Prof. Fuchs, Pichler, Dr. Loretz u. A. eine erstaunliche Menge neuer Thatsachen gesammelt und vielfach neue Gesichtspunkte gewonnen, zugleich auch manche theoretischen Fragen eingehender erörtert worden,* wie z. B. jene über die Bildung der Südtiroler Dolomite, dass es nicht

1) Geognost. Mittheil. a. d. Alpen I. Das Mendel- und Schlerengebirge im Sitzungsb. d. Acad. d. Wiss. math.-phys. Cl. 1873. I. S. 14.

unpassend sein dürfte, vorerst einen Rückblick auf das Botzener Gebiet zu werfen.

Ich war in meiner erwähnten ersten Skizze zu zeigen bemüht, dass der Porphyr von Botzen als eine ältere Eruptivbildung vor der Triaszeit angesehen werden müsse und dass derselbe nur mit solchen Schichtgesteinen in engster Beziehung stehe, welche durch ihre Zusammensetzung aus grauen Sandstein- und Schieferlagen, mit freilich undeutlichen kohligten Pflanzenresten und durch stark verworfene conglomerat- und breccienartige Bänke am lebhaftesten ausseralpinen carbonischen und postcarbonischen Ablagerungen der paläolithischen Periode gleichen, während der röthliche sog. Grödener Sandstein, der den Porphyr an so vielen Orten direct überdeckt, ohne von demselben durchbrochen zu werden, mithin als eine jüngere Bildung am passendsten dem Buntsandstein ausserhalb der Alpen nach der Zeit der Ablagerung gleich zu stellen sein dürfte, die Trias einleitet.

Ich habe weiter über diesem Schichtensystem eine versteinungsreiche, gelbverwitternde Dolomitlage für die Parallelbildung des ausseralpinen Grenzdolomits erklärt und auf die grosse geognostische Bedeutung einer über einen sehr weiten Strich des Gebirgs verbreiteten schwarzen Dolomit, welcher erfüllt ist von Foraminiferen, Pflanzen und Fischresten, hingewiesen. Auf diesen schwarzen Foraminiferen Dolomit ist in neuester Zeit die Aufmerksamkeit ganz besonders gelenkt worden.

Es hat nämlich zuerst Bergrath Dr. Stache¹⁾ eine Beobachtung bekannt gemacht, die geeignet erscheint, ernste Bedenken gegen die obige Auffassung zu erwecken. Nach Funden der Wiener Geologen namentlich von Dr.

1) Sitz.-Ber. d. k. geol. Reichs., 1874 N. 15 S. 366.

Hörn es bezeichnet er *Productus*, *Bellerophon*, *Orthis* und *Spirifer* als Einschlüsse in unzweifelhaft denselben Kalk- und Dolomitlagen, die ich früher als besonders beachtenswerth hervorgehoben hatte und glaubt die Schichten „mit ziemlicher Sicherheit als oberpermisch“ annehmen zu dürfen, wornach in dem sog. Grödener Sandstein sowohl Buntsandstein, als die obere Abtheilung der Permformation in einer sehr ähnlichen Sandfacies vertreten sei.

Diese höchst beachtenswerthe Ansicht, wornach wir in den Alpen wirklich einmal wahren Zechstein zu erwarten hätten, forderte mich zu wiederholten Untersuchungen in den Gebieten auf, in welchen ich diese Schichten bereits genau kennen gelernt hatte. Nach meinen früheren Beobachtungen läge dieser schwarze Foraminiferenkalk, besser wohl als Bellerophonkalk zu bezeichnen, stets über allen Schichten, die man als Grödener Sandstein ansprechen könnte. Wäre derselbe wirklich „oberpermisch“, dann müsste ohne allen Zweifel das ganze Schichtensystem des Grödener Sandsteins ungetheilt dem Rothliegenden zu fallen. Bei diesen Fragen schien es mir nicht nur wichtig, die normale Lage dieses Bellerophonkalks durch wiederholte Untersuchungen festzustellen, sondern auch den Schichtenverband näher zu untersuchen, in welchem in der Umgegend von Waidbruck, Atzwang, Klausen u. s. w. der Grödener Sandstein und der Porphyry zu gewissen Conglomeratbildungen vom Aussehen des Rothliegenden stehen.

Conglomeratbildungen bei Botzen.

Schon um Botzen finden sich die Conglomerate und Breccien — wo sie an Porphyry grenzen, hauptsächlich aus Bruchstücken dieses Gesteins, wo sie auf Thonschiefer liegen, aus den härteren Lagen und Gesteinsmassen dieser Schichten, besonders aus Quarz zusammengesetzt — bei näherer Untersuchung häufig an den steilen Porphyrygehängen, oft nur wie ange-

klebt, oft aber auch tief in den Porphyr eingeklemmt. Man muss das Auge erst an die eigenthümliche Rundung der an den oft unzugänglichen Gehängen vorstehenden Felsen und an die Streifen gewöhnen, welche die Schichtung der dicken Conglomeratbänke kennzeichnen, um sich von dem häufigen Vorkommen dieser noch wenig beachteten Bildung im Porphyrgebiete von Botzen zu überzeugen.

Wo neue Strassen hier angelegt werden, sieht man solche Conglomerate durchbrochen und oft bis in die Thalsole herabreichen. Ausgezeichnet und leicht zu studieren stehen die Bänke an dem Weg von Botzen nach Jenesien unterhalb der Kirche St. Georgen zwischen Porphyrmassen eingezwängt an. Reichliche Quellen verrathen hier die Gesteinscheide gegen Porphyr und an einem kleinen Wasserfall im Thälchen oberhalb der Mühlen treten auch die thonig sandigen Zwischenschichten mit undeutlichen Pflanzenresten genau so zu Tag, wie ich solche zuerst aus dem Naifthale bei Meran beschrieben habe. Bei den im Conglomerate eingebetteten Porphyrstücken zeigt sich häufig eine eigenthümliche Umbildung der Orthoklaskrystalle. Sie sind, wie auch in manchen Porphyren selbst, zum Theil in eine Pinitoid-Substanz umgewandelt, zum Theil auch ausgewittert und von Kalkspathäderchen durchzogen. Solche Orthoklase brausen lebhaft mit Säuren und gewinnen ein ganz fremdartiges Aussehen. Ich stelle hier die Analyse ³⁾ eines solchen von Kalkspath durchzogenen Orthoklases aus dem Talferthal ungefähr Birchboden (I) gegenüber und eines normalen, fleischrothen Orthoklases aus dem nächstbenachbarten dunkelrothen Porphyr (II) des Talferthales unfern Botzen zusammen:

3) Ausgeführt von Ass. Schwager.

	I	II
Kieselsäure	44,99	65,77
Thonerde	13,55	17,71
Eisenoxyd	1,52	0,63
Kohlens. Kalkerde	29,20	—
Kalkerde	—	0,26
Bittererde	0,25	0,13
Natron	1,24	2,88
Kali	7,70	12,54
Glühverlust	2,15	0,53
	<hr/> 100,60	<hr/> 100,45

Es ist merkwürdig, dass eine so schwerlösliche Substanz wie der Orthoklas ist, einem leichtlöslichen — dem Kalkspathe — Platz machen muss; denn schliesslich würde eine Kalkspathpseudomorphose nach Orthoklas auf diese Weise entstehen.

Zwischen Atzwang und Klausen lehnt sich der Porphyran an ein System von Thonschiefer an, der seiner petrographischen Beschaffenheit nach von einem ächten Phyllit kaum zu unterscheiden ist. In diesen Thonschiefer sieht man sehr häufig linsenförmige, seltener gangartige Ausscheidungen von Quarz, mit welchem zugleich krystallinischer und krystallisirter Orthoklas, Glimmer- und Chloritblättchen verwachsen sind, genau so wie in vielen Gegenden der Nordalpen. Gegen Klausen aufwärts fasst dieser Thonschiefer eine Zone glimmerigen Quarzitschiefers in sich und wechsellagert mit hornblendehaltigen Lagen vom Typus des Diorites. Ein sehr interessantes Gestein ist bei Klausen sehr verbreitet und wird zu vielen technischen Zwecken, verwendet, z. B. als Strassenmaterial, für Abweisstein, Trockenmauern u. dergl. Es besteht aus weissem Plagioklas und büschelförmig fasriger Hornblende, denen sich eine opake, dichte weisse Substanz, sehr feine, im Ganzen spär-

liche Magneteisentheilchen und hier und da gelbliche zirkonartige Mineralien beigegeben. Die sehr reichlich vorhandene Hornblende bildet keine scharf begrenzte grössere Krystalle, sondern grosse Putzen und Büschel von äusserst feinen, nach Aussen oft garbenartig auseinander laufenden Nadelchen. Der weisse halbdurchsichtige Plagioklas lässt auf den glänzenden Spaltungsflächen die feinen Linien der Zwillingungsverwachsung sehr deutlich erkennen und zeigt in Dünnschliffen i. p. L. bunte Farbenstreifen. Eine Analyse (Ad. Schwager) mit sorgfältig gesondertem Material gab für denselben folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	65,35
Thonerde	20,87
Eisenoxyd	1,03
Kalkerde	0,58
Bittererde	0,12
Natron	10,92
Kali	0,39
Glühverlust	0,60
	<hr/>
	99,86

Diese weist auf einen Oligoklas von der Zusammensetzung des Minerals von Bannle in Norwegen und Haddam hin. Man könnte das Gestein mithin Aktinolithdiorit nennen.

Auf beiden Gehängen des Eisackthales zwischen Atzwang und Klausen legen sich wohlgeschichtete, dickbankige, hellgraue, breccienartige Conglomerate aus fast nicht abgerollten Stücken des Thonschiefergebirgs, besonders aus Quarz zusammengesetzt auf den Thonschiefer in sehr ungleichem Niveau an. Man bemerkt in denselben ziemlich häufig Spuren von Malachit, im Uebrigen tragen sie in Farbe und Ausbildung ganz den Charakter der ausseralpinen Rothliegenden an sich. Trotz ihrer durchschnittlich horizon-

talener Lagerung konnte ich hier ebenso wenig, wie in Grödener Thale einen unmittelbaren Anschluss an den Grödener Sandstein beobachten. Beide nehmen getrennte, besondere Verbreitungsgebiete in dieser Gegend ein. Einzelne geneigte Bänke des Conglomerats oberhalb Atzelwang sind offenbar nur verrutscht und herabgebrochen. Weitere Aufschlüsse konnte ich hier keine erlangen.

Was die Stellung der Bellerophon-Schichten anbelangt, so habe ich dieselbe auf den langen Strich zwischen Pusterthal und der Pufler Schlucht wiederholt zu bestimmen gesucht. Ueberall nehmen diese Schichten ihre Stellung über dem Grödener Sandstein, zwischen diesem und den Seisser Schichten ein, wie auch Dr. Loretz und Dr. Hörnes gefunden haben. Diese meist intensiv schwarzen Kalke und Dolomite reichen von NO. her bekanntlich nur bis zum NO. Fuss des Schlerngebirgs und werden weiter gegen W. und S. schon vom Westfusse des Schlern an und bei Neumarkt durch gelbe Dolomite ersetzt. Es schien nicht ohne Interessen die bei Tiers aufgeschlossenen Profile, die man schon aus der Gegend von Botzen aus als grell rothe Streifen unter den weissen Dolomitwänden hinziehen sieht, einer näherer Besichtigung zu unterziehen.

Vom Eisackthale bis gegen Tiers steht ununterbrochen Porphyr an. Die Grenze gegen die sedimentären Schichten ist im Hauptthale überrollt und bis über das Dorf aufwärts herrscht grossartige Schuttüberdeckung. In Dorfe selbst legt ein Seitengraben oberhalb der steinernen Brücke zuerst ein mächtiges Schichtensystem bloss. Es sind oben mächtige Bänke buntgefärbten Sandsteins mit grauen thonigen und gelben dolomitischen Zwischenlagen. Erstere enthalten nicht selten Pflanzenreste, aber in unbestimmbaren Fragmenten, letztere einzelne Muscheleinschlüsse. Erst oberhalb der einsamen St. Sebastianskapelle begegnen wir zusammenhängenderen Profilen. Man kann hier bequem Schicht auf Schicht über die

mächtigen intensiv rothen Lettenschiefer und grauen Mergelkalkbänke voll von *Naticella costata* (Campiler Schichten) bis zur Steilwand aufsteigen. Unmittelbar über der obersten Lage brennend rothen Lettenschiefers folgt hier eine schwache Schicht grauen Schiefers mit Spuren von Pflanzenresten und dann fast senkrecht ansteigend der graue klotzig knolligbrechende dolomitische Kalk, der nach Oben allmählig in weissen Dolomit übergeht. In Folge eines Eisengehaltes sind diese tieferen Lagen immer etwas rostfleckig und gelblich gefärbt. Die von dieser Steilwand stammende Schutthalde enthält aber auch sehr zahlreiche Stücke eines starkkieselhaltigen und hornsteinführenden Kalkes, der an der Steilwand nicht zugänglich, nicht sehr hoch (etwa 10 m) über dem Fuss derselben zu liegen scheint. Die Hornsteine weisen zahlreiche Versteinerungen auf, sie sind aber meist so stark überrindet, dass man die einzelnen Formen schwer erkennen kann. Nur *Terebratula angusta* erscheint sicher bestimmbar. Der Dolomit reicht dann höher bis zum Tschaffon- und Mittagkogel, so dass auch hier, wie am S. und SW.-Fuss des Schlern, eine auffällige Scheidung der Schichtenglieder vom oberen Muschelkalk bis zu dem Schlerndolomit, diesen mit eingeschlossen, nicht vorliegt.

Verfolgt man von der St. Sebastianskapelle den Steig gegen Prösls zu, so gelangt man zu einem Kapellchen in der nächsten Nähe des Bauernhauses „Weissenecker“ an den Rand ungewöhnlich tief eingeschnittener Gräben, der sog. Rietz- (Riess?) Gräben, die nach oben in der von Botzen aus sichtbaren rothen Wand auslaufen. Man kann an dem Grabenrande ganz leicht bis zu dieser rothen Wand aufsteigen, welche dieselbe brennendrothen Lettenschiefer bilden, wie jene soeben an der St. Sebastianskapelle geschilderten, obersten Campiler Schichten. Sie machen auch hier den durch stete Ab- rutschungen bloss liegenden Untergrund der kalkigen Steilwand aus. Von dem Kapellchen führt ein ganz bequemer

Fussweg durch die Gräben an den grauen Seisserschichten vorüber, die an Versteinerungen hier strotzen, zugleich aber auch Gyps beherbergen. Am Nordrande der Gräben abwärts steigend gelangt man bald an die Porphyrgrenze und indem man einen in dieser Höhe in die Gräben hineinführenden Holzweg verfolgt, gelangt man im Hauptgraben an eine prächtig aufgeschlossene Grenzstelle zwischen Porphyr und darauflagerndem Sandstein. Die Klarheit des Profils lässt nichts zu wünschen übrig. Nach unten zu steht der hellgrüngraue Porphyr in mächtigen Massen an und auf ihm liegt ohne alle Zwischenbildung eines Conglomerats intensiv rother Letten in Wechsellagerung mit an Porphyrgrus reichem Sandstein etwa $\frac{3}{4}$ M. mächtig. Hier finden wir gleich in den allertiefsten Lagen zahlreiche Gypsknollen und Ausblühungen von Kochsalz, wodurch gegenüber dem Vorkommen von Gyps in den Seisser Schichten weiter oben in denselben Gräben das Vorkommen des Gypses auf zwei weit getrennten Horizonten auch hier sicher nachgewiesen ist.

Zahlreiche Bänke von grobkörnigem, meist roth, oft buntfarbig gestreiftem feinkörnigem Sandstein und röthlichem oder grauem Lettenschiefer machen die Zwischenschichten bis zu den grauen Mergelkalken der Seisser Schichten aus, ohne dass sich auch hier eine Lage schwarzer Bellerophonkalke entdecken lässt. Ihr Stellvertreter ist ein gelblicher, oft poröser Dolomit.

Diese Facies der Triasschichten herrscht ohne namhafte Aenderung südwärts über Neumarkt hinaus selbst bis ins Fleimser- und Fassathal, wie die schönen Aufschlüsse zwischen den Marmorbrüchen an Canzocoli und dem von Zanon nach Sforzella aufwärts ziehenden Thaleinschnitte nachweisen.

Es ist nicht zweifelhaft, dass die durch das Eruptivgestein von Canzocoli bewirkte ebenso grossartige, wie un-

verkennbare Kontaktmetamorphose die ganze Reihe der Campiler Schichten bis hoch hinauf in die ihnen aufgelagerten Dolomite erfasst hat.

Denn die theils hornstein-, theils thonstein- oder porzellanjaspisartig veränderten Schiefer lassen in einzelnen Zwischenschichten noch deutlich die Natur der Gesteinslage erkennen, aus welcher sie entstanden sind. Diess ist namentlich in einer kleine *Crinoideen*-Stiele enthaltenden hornsteinartigen Schicht der Fall, welche ich in dem Aufschlusse oberhalb Zannon in ihrer ursprünglichen nicht veränderten Beschaffenheit wieder erkannt zu haben glaube. Doch ist diese Identität immer nicht sicher genug, um mittelst der chemischen Analyse direct Schlüsse über die Art der erfolgten Umänderungen ziehen zu können. Indess glaube ich, dass es nicht schwer hält, bei einem längeren Aufenthalte von der tiefen Schlucht zwischen den Marmorbrüchen an Canzocoli und dem Waldsaume, in welcher die veränderten Schichten sehr gut entblösst anstehen, durch ein Verfolgen der einzelnen Lagen am Gehänge bis gegen den Einriss, durch den der Steig von Zannon auf das Gebirge gegen Sforzella aufwärts führt, die einzelnen Schichten in veränderter und unveränderter Beschaffenheit zu identificiren und dann die Art der erlittenen Umänderung genau nachzuweisen, eine gewiss dankbare Arbeit. Die zu dem blendendweissen sog. Marmor umgewandelten Gesteine gehören zweifelsohne der Dolomitregion unmittelbar, über den Campiler-Schichten an.

Aus dem schönen Profil an dem oben genannten Steig bei Zannon möchte ich noch einige Einzelheiten mittheilen, da dasselbe den Uebergang aus der westlichen Schlernfacies in die östliche anzudeuten scheint. Ich beobachtete daselbst über den brennendrothen Campiler-Schichten unmittelbar lagernd, folgende Schichtenreihe in abwärts gehender Ordnung:

- 1) zu oberst bis gegen Sforzella: weissen geschichteten Schlerndolomit,
- 2) darunter tuffige, z. Th. rauhwackenartige, z. Th. bröckliche, kurzklüftige Dolomite mit einzelnen *Gyroporellen* 50 m
- 3) schwarze dünnplattige Kalke mit Zwischenlagen von schwarzem festem kalkigem Schiefer, ähnlich den Habolienschichten, in der mittleren Lage knollig, unten dolomitisch, zuweilen porös 10 m
- 4) weissliche Dolomite nach unten übergehend in dunkle Dolomite mit einzelnen Hornsteinausscheidungen 30 m
- 5) Wellenkalk-ähnliche klotzige, dünnschichtige mergelige Kalke mit einzelnen Crinoideen-Stielen (? *Dadocrinus*) 10 m
- 6) hellgrünlich graue, weisse, z. Th. sandige Mergel mit Pflanzenspuren 1 1/2 m
- 7) Campiler Schichten.

Es folgen dann tiefer die zahlreichen Glieder der Campiler und Seisser Schichten, bis gegen Panchia der Grödener Sandstein sich stellenweis aus dem mächtigen Gehängeschutt heraushebt, welcher auch hier mittelst gelber Dolomite anstatt der schwarzen Bellerophon-Schichten an die Seisser Schichten sich anschliesst.

Umgegend von Trient.

Jenseits des Porphyрstocks südwärts gegen Trient zu findet man die ersten schönen Entblössungen bei dem Dorfe Le Villé am N.-Gehänge des Avisothals unfern Lavis. Hier beginnt jene Entwicklungsart der unteren Triasschichten, die sich nun über die ganze Gegend von Trient verbreitet zeigt. Sie ist charakterisirt durch die Häufigkeit des Vorkommens kobliher Lagen im Grödener Sandstein, durch den Reichthum an Schwerspath, Blei- und Kupfer-

erzen in dem gelben Dolomit, welchen die Tyroler Karte desshalb als „unteren Alpenkalk“ angegeben zu haben scheint, und über dem Trias durch die Ausbildung der jüngeren Schichtenglieder nach dem Typus der Schichten bei Roveredo insbesondere durch das Auftreten der Lithotiskalke.

Es giebt wohl in den Alpen wenige Stellen von gleichem Umfange, wie jene der Umgegend von Trient, welche eine grössere Mannigfaltigkeit den Gesteinsschichten in Verbindung mit höchst verwickelten und gestörten Lagerungsverhältnissen darbieten. Das Wenige, was ich zu beobachten hier Gelegenheit fand, und worüber ich in dem Nachfolgenden einen gedrängten Bericht erstatte, bezieht sich hauptsächlich auf die Fragen über die Zugehörigkeit des Grödener Sandsteins zur Trias oder Dyas, über das Vorkommen der Bellerophonschichten, über die Andeutungen der Crinoideenlage im alpinen Muschelkalk und über das Niveau der erzführenden Dolomite.

Die ältesten Ablagerungen über dem Porphyry und Thonschiefer.

Die Gegend von Trient weist an zahlreichen Stellen eine ganz eigenthümliche Bildung über dem Porphyry und Thonschiefer auf, die man als tuffiges Conglomerat bezeichnen kann. Schon die alte Tyroler montanistische Karte giebt dieselbe in einem breiten Streifen an der Strasse von Trient nach Val Sorda bis gegen Pantè an.

Leider hindern die Weinbergsmauern, die der geologischen Forschung namentlich im Herbst unübersteigbare Schranken setzen, das genauere Verfolgen des Zusammenhangs dieser höchst merkwürdigen Bildung mit den zunächst auflagernden Schichten. Gleich am Anstieg der genannten Strasse aus der Thalsole gegen Villazzano steht das deutlich geschichtete porphyrtuffartige Conglomerat mit zahl-

reich eingebetteten bald mehr, bald weniger abgerundeten Porphyrstücken mächtig an. Schichtweise ist es gröber und feiner ausgebildet und wechselnd dunkelgrau und licht grünlich gefärbt. Es hat das Aussehen, als entstamme die Hauptbindemasse den Melaphyreruptionen, bei welchen der Porphyr durchbrochen und Fragmente desselben mit fortgerissen wurden. Das direct auflagernde Gestein ist hier an der Strasse nicht zu sehen. Die nächsten bei Hausnummer 249 anstehenden Schichten bestehen aus gelbem rauhwakeartig porösem Dolomit nach Art der Lagen über dem Grödener Sandstein.

Es geht dem entsprechend weiter aufwärts bei Hausnummer 253 und 254 auch der graue Mergel der Seisser-Schichten zu Tag aus. Vollständiger ist der Aufschluss oberhalb Panté südwärts vom Wege nach Pergine am Westgehänge des Mt. Chegul in der Nähe der höchst gelegenen Weinberganlagen. Hier zeigt sich neben einem Fahrweg erst eine Mandelstein- und Tuffbildung bedeckt von demselben, oben erwähnten Gebilde an der Strasse nach Val Sorda, wohlgeschichtet und schwach nach SW. geneigt. Dasselbe geht nach Oben in ein graues Conglomerat über, welches in gleichförmiger Lagerung bedeckt wird von grauen, dünngeschichteten, dolomitischsandigen Lagen mit unbestimmbaren Pflanzenresten und kugeligen Ausscheidungen, denen, wie Dünnschliffe lehren, nichts Organisches zu Grunde liegt. Thonsteinartige Schichten voll von schwarzen Hornsteinausscheidungen und gelbverwitternde Dolomiten folgen weiter im Hangenden. Der ganze Schichtencomplex mag gegen 30 m mächtig sein. Eine Aehnlichkeit mit den grauen Schichten von Ums ⁴⁾ ist unverkennbar. Erst darüber beginnt die Reihe röthlicher und gelblicher Sandsteinschichten mit Gypseinlagerungen bis zu einer hohen Felswand weissen

4) S. I. Mittheilung. Sitz. d. Ak. d. Wiss. math. phys. Cl. 1873. I. S. 23.

Dolomits, dessen geologische Stellung später ausführlich erörtert werden wird. Ueber sie emporsteigend finden wir dann die weiteren Schichten der Seisser und Campiler Reihe, hier mit einer zweiten oberen Gypseinlagerung in letzterer und einer Decke wellenkalkähnlich wulstigwellig dünn-schichtiger Mergelkalke, über welchen bereits der aus blendend weissem Dolomit bestehende mächtige Schutt am Gehänge des Mt. Chegul beginnt.

Genau S. von Panté und direct O. von Salé finden wir in einem tiefen Graben einen zweiten ähnlichen Aufschluss. Wo der Weg durch diesen Graben zieht, steht an einem einzelnen Haus grobes tuftiges Conglomerat von Porphyr- und Quarzrollstücken an. Darüber legen sich in dem tiefen Wassergraben und hoch am östlichen Gehänge ansteigend blaurothe, wohlgeschichtete Tuffe und grün getüpfelte, buntstreifige, aus Porphyrgus bestehende Sandsteine an, welche wiederum von 3 M. mächtigem rothem lettigem Schiefer und 2 M. mächtigem graulichem Sandstein nach Art des oben erwähnten hornsteinführenden überdeckt sind. Ohne jede auffällende Gesteinsscheide folgen darüber in gleichförmiger Lagerung, die rothen und buntgefärbten Sandsteinschichten mit Pflanzenresten und Kohlenputzen, welche die Beschaffenheit des gewöhnlichen Grödener Sandsteins besitzen.

Aehnliche Verhältnisse scheinen über den ganzen Gebirgsstrich SO. von Trient zu herrschen. Auch an der Hauptstrasse nach Pergine begegnen wir zwischen dem Einzelhaus Ciré und der Fersina-Brücke einer gleichen Conglomeratbildung, welche hier zwischen dem anstehenden Porphyr und dem kurz vor der Fersinabrücke zu Tag austreichenden Thonschiefer mit steil nach NW. einfallenden Schichten eingekeilt ist. Das Conglomerat besteht hier fast ganz aus Quarzrollstücken und ist nahezu horizontal gelagert, während etwas abwärts an dem Ufer der Fersina dem Hause Stacche gegenüber aus dem Flussbette nach W.

einfallende Schichten zu Tage treten. Es sind am NO. Flussrande grobkörnige grauliche oder lichtweisse mürbe Sandsteine mit Kohlenputzen und Pflanzeneinschlüssen, auf dem SW.-Ufer dünngeschichtete, schwarze dolomitische Mergel voll kleiner Höhlungen, wechselnd mit schwarzen Schieferzwichenschichten. Darüber baut sich in hoher steiler abgerutschter Wand ein schichtenreiches System von graulichem, öfter buntem, röthlichem Sandstein, der unter der mächtigen Geröll- und Schuttdecke verschwindet, auf, bis endlich noch höher der weisse stark zerklüftete Dolomit des Mt. Celva sich wieder heraushebt und mit NW.-Einfallen rasch bis in die Thalsohle herabsenkt, wo das Flussbett in enger Schlucht sich durch denselben sein Rinnsal gebrochen hat. Derselbe Dolomit setzt auch an der Hauptstrasse in der Nähe der Wegabzweigung nach Civezzana durch die Thalung streichend N. fort und wird hier bei Malpensada durch eine Verwerfungsspalte von dem weiter W. vorliegenden Lithiotiskalke geschieden und von grossartig entwickeltem Schutt überdeckt. Im Ganzen sind demnach die Verhältnisse genau so, wie näher bei Trient.

Kaum anders verhält es sich weiter S. in dem Strich, der bereits dem Zuge des Val Sugana angehört. Ich verfolgte hier auf dem Wege, der von Caldonazzo nach Centa führt, den Thonschiefer bis nahe zu dem Dorfe Centa, wo ein vollständig zersetztes, melaphyrartiges Gestein die Thonschiefergrenze bezeichnet. Weiter aufwärts verhüllt aber der Gebirgsschutt jeden Aufschluss bis hoch oben zum Dolomit des Mt. Terrarossa, unter dem ein rother Streifen das Durchziehen der Campiler Schichten verräth. Dagegen ist der Aufschluss bei Vigolo, wenn man von Calceranica aus über Bosentino nach Val Sorda den Sattel überschritten hat, überraschend schön und lehrreich. Neben einem von Vigolo in N. Richtung aufwärts führenden Fahrwege ist die Grenze zwischen dem tiefer anstehenden phyllitähnlichen Thonschiefer, wie

er auch bei Centa getroffen wird, und den höheren Sandsteinschichten mehrfach direct entblösst. Keine Spur von Conglomeratbildung ist hier zu sehen. Es beginnt unmittelbar über dem Thonschiefer die höhere Schichtenfolge mit intensiv rothem Letten, auf welchem sandige Lagen mit den bekannten kohligen Einmengungen folgen bis zu einer mächtigen oolithischen Dolomitbank, die plötzlich als Steilwand an dem Gehänge sich erhebt. Wir werden später auf diese, sowie auf die höheren, hier Schicht für Schicht entblössten Lagen zurückkommen.

Sehen wir uns in der Gegend NO. von Trient um, so finden wir die ausgezeichnetsten Profile in dem Graben unmittelbar hinter Gardolo di mezzo und noch ausgiebiger in derselben Schlucht etwas höher aufwärts bei Masi Saracini.

Von der Trient-Laviser Strasse steigt man bei Gardolo aufwärts über stark zertrümmerten, oft breccienartigen Dolomit, der als Fortsetzung des Dolomits vom Mt. Calisberg sich am Gehänge herabzieht und bei Gardolo die Thalung erreicht, aufwärts bis Gardalo di mezzo, wo plötzlich hinter den Häusern eine tiefe Schlucht eingegraben ist. In derselben steht eine kleine Mühle. Etwa 25 Schritt abwärts von dieser Mühle ist die Grenze des eben erwähnten Dolomits, dessen Bänke steil nach SW. einfallen. Ein grossartige Verwerfung hat hier bewirkt, dass die ganze Reihe der Campiler und Seisser Schichten fast ganz fehlt und gleich oberhalb des Wegübergangs nach Meano, in dessen Nähe ein grauer Sandstein von isolirten Gypsputzen wie gespickt erscheint, bereits der Grödener Sandstein beginnt. Der graue, grobkörnige Sandstein, erfüllt von Pflanzenresten, schliesst mehrfache Lagen schwarzer kohligler Schiefer in sich, die sogar Veranlassung zu Versuchsbauen auf Steinkohlen gegeben haben. Es ist höchst eigenthümlich, dass trotz der grossen Menge von Pflanzeneinschlüssen, die sich hier finden, es auch an diesen Stellen ebenso wenig, wie an anderen gelingen

wollte, irgend Bestimmbares zu entdecken. Der Länge nach gestreifte und gefurchte Stengel sind das Einzige, was sich erkennen lässt. Sie haben äusserlich eine gewisse Aehnlichkeit mit Voltzienholz, wie es sich im Buntsandstein bei Zweibrücken findet, aber von einer bestimmten Identität kann keine Rede sein. Dagegen glückte es mir ein verkieseltes Stammstück zu finden, welches Material zu sehr schönen Dünnschliffen lieferte. In dem Radial- und Tangentialschnitte lassen sich in den Dünnschliffen fast nur langgezogene fadenähnliche Strukturtheile mit verdunkelten Wandungen erkennen, als ob das Ganze nur aus Zellen bestände. Stellenweise jedoch bemerkt man querlaufende dunklere Streifen in denselben und es entstehen dadurch an Ringgefässe erinnernde Formen, endlich stellen sich auch hier und da ganz verdichtete Cylinder ein, die deutlich von hellen Züpfel durchbrochen sind. Es gewinnt daher sehr an Wahrscheinlichkeit, dass die langen fadenartigen Formen noch als Gefässe anzusehen sind, in welchen durch den Versteinungsprocess die Gefässtructure zu Grunde ging und nur die Wandungen sich erhalten haben. Nach den wenigen Andeutungen der erhaltenen Gefässe zu urtheilen, gehört der Stamm einem Coniferenholz an. Die kohlenführenden Schichten werden unterlagert von rothem, sandigem Lettenschiefer und ziemlich grobkörnigem rothem und buntgestreiftem Sandstein, der hier ohne eine Spur von anderer Zwischenlage unmittelbar auf dem quer durch die Schlucht streichenden Porphyru aufrucht. Die Grenze ist vollständig freigelegt. Genau dasselbe Profil wiederholt sich auch in der Nähe am Wege von Gardolo di mezzo aufwärts nach M. Saracini, wo ebenfalls die Porphyrgrenze vollständig entblösst ist und noch einmal oberhalb des letzteren in der Schlucht, da wo der Weg nach Cortesano durch dieselben führt. Hohe nackte Wände der Schlucht schliessen hier die Gesteinsreihe mit schwachem NW.-Einfallen Schicht für

Schicht bis zu dem unterlagernden dunkelrothen Porphy, der auch hier quer durch die Schlucht zieht, auf. Es sind folgende Schichten aufgeschlossen:

- 1) Zu oberst, die Schlucht mit steiler Felswand krönend oolithischer, gelblicher und weisslicher Dolomit, nach unten bräunlich, zerstreut kleinluckig, mit Stylolithen 8 m
- 2) darunter dünnschichtiger, röthlicher und gelblicher, steinmergelartiger Dolomit in dicken Bänken gesondert, von eigenthümlichen, langgezogenen, rechtwinckelig zu den Schichtflächen verlaufenden hohlen Röhrrchen durchzogen, unten grossluckig und knollig 3 1/2 m
- 3) gelblich grauer Vergel mit kohligem Theilchen und einzelnen verkohlten breiten Nadeln, dann knollige Dolomitzwischenlagen und Gypsputzen einschliessend 6 m
- 4) dolomitische kleinknollige Steinmergel mit röhrenartigen Höhlungen 2 m
- 5) grauer Mergel, dünnschichtig, wechselnd in dünnen Lagen mit grauem, gelblich verwitterndem Dolomit 17 m

Ich bin der Ansicht, dass dieser Schichtencomplex (1—5) die Grenzschichten zwischen eigentlichem Grödener Sandstein und den Seisser Schichten vertreten, also den Grenz-Dolomit und die Bellerophon-Schicht repräsentiren. Es folgte dann tiefer:

- 6) graulicher weisslicher, seltener röthlicher Sandstein, wechselnd mit grauen Thonzwischenlagen und dünnen dolomitischen Streifchen, kohligem schwarzem Schiefer voll zahlreicher Pflanzenresten, Kohlenputzen und von Schwerspathäderchen durchzogen 63 m

- 7) getigerter Sandstein, Porphyrgruslagen mit
spärlichen Spuren von Rollsteinen 1 m
8) als Unterlage: dunkelrother Porphyr.

Im Ganzen stellt sich dieses Profil demjenigen gleich, durch welches man von Neumarkt an einer neugebauten Strasse nach Mazzon aufsteigt und entspricht ziemlich genau den Aufschlüssen, welche sich längs der Porphyrgrenze NO. vom Kalisberg über Monte Vaccino und den Sattel Doss dei cani gegen Civezzano über vielfach wiederholen.

Fasst man das Ergebniss dieser mühsamen, meist in ganz unwegsamen Schluchten angestellten Untersuchungen zusammen, so scheint mir folgende Annahme der Natur der Verhältnisse am besten zu entsprechen, obwohl ihr die Unterstützung durch paläontologische Momente abgeht.

Soweit über Porphyr oder Thonschiefer jüngere Sedimente bei Trient vorkommen, lagern sie ohne Unterbrechung bis zu dem weissen Dolomite gleichförmig über einander. Trotzdem scheint eine Theilung innerhalb der tiefsten Glieder in eine ältere dem Rothliegenden entsprechende und in eine höhere dem Buntsandstein parallele Bildung dadurch angedeutet, dass an sehr vielen Stellen die Reihe der Sedimente ohne alle Conglomerate und ohne dunkle Schiefer direct mit den dem Buntsandstein petrographisch ähnlichen kohlenführenden Schichten beginnt. Es nehmen daher die Conglomerate eigene, von der späteren Ablagerung des bunten Sandsteins unabhängige Verbreitungsgebiete ein, wodurch ihre Selbstständigkeit und ihre Scheidung von den jüngeren Ablagerungen begründet erscheint. Ganz analogen Verhältnissen zwischen Rothliegendem und Buntsandstein begegnen mir auch im mittleren Deutschland z. B. im Spessart, Vogelsgebirge, Odenwald, wo der intensiv rothe lehmige Röthelschiefer der postcarbonischen Formation und das kaum unterscheidbare tiefste Glied der Bunt-

sandsteinformation, der bröckliche Leberschiefer, unmittelbar und gleichförmig übereinander liegen. Beide petrographisch so ähnliche Gebilde erweisen sich nur dadurch zu den verschiedenen Formationen gehörig, dass beide stellenweis unabhängig von einander auftreten und besondere Verbreitungsgebiete einnehmen, und zwar in der Art, dass in diesem Falle der lehmige Röthelschiefer immer mit dem Zechstein und von dessen Verbreitung abhängig, der bröckliche Leberschiefer dagegen jedesmal an das Vorkommen des bunten Sandsteins gebunden und an diesen innigst angeschlossen auftritt. Analog verhält es sich in Südtirol mit dem breccienartigen Conglomerat des Rothliegenden und den buntgefärbten Sandsteinlagen des alpinen Buntsandsteins. Diese Analogie der Verhältnisse mit mitteldutschen Ablagerungen tritt namentlich am Ostrande des Hardtgebirgs besonders deutlich hervor. Während nämlich im Spessart noch der Zechstein normal und mächtig entwickelt ist und die Röthelschiefer erst über dem Zechstein auftauchen, verliert sich westwärts der Zechstein gänzlich und es folgen am Westrande des Rheinthals ohne Unterbrechung und ohne discordante Lagerung die Conglomerate des Rothliegenden, die Röthelschiefer, die Leberschiefer und die tiefsten Lagen des Buntsandsteins über einander. Bei flüchtiger Betrachtung sehen sich Röthelschiefer und Leberschiefer hier zum Verwechseln ähnlich. Aufmerksamere Betrachtung lehrt jedoch, dass jene immer zu thonigem, gleichförmig zähem Lehm sich zersetzen, während die Leberschiefer stets nur zu bröcklichem Grus zerfallen. In manchen Gegenden erscheint nun nur das Rothliegende mit dem Röthelschiefer, und in anderen nur der Buntsandstein mit dem Leberschiefer. Dadurch ist ihre Scheidung und Zutheilung zu den beiden verschiedenen Formationen, trotz ihrer petrographischen Aehnlichkeit und gleichförmigen Lagerung, sicher gestellt.

Dieselben Principien wenden wir auch auf die Schich-

ten in Südtirol an und verfahren dabei nicht nach Willkür, sondern nach wohl begründeten Analogien.

Gleichwohl würde diese Zuthellung und Scheidung sofort in Nichts zerfallen, wenn die Bellerophon-Schichten als ein alpines Aequivalent für Zechstein sich erweisen würden; denn dann müsste der ganze Complex darunter, also der Grödener Sandstein mit sammt dem Conglomerate als alpines Rothliegende aufgefasst werden. Bei der hohen Wichtigkeit dieser Frage habe ich ihr bei meinem letzten Besuch der Alpen vorzugsweise meine Aufmerksamkeit zugewendet. Es scheint nicht nöthig, hier alle die einzelnen Profile in ihrem kleinsten Detail anzuführen, die ich z. Th. wiederholt in der oberen Grenzregion des Grödener Sandsteins gegen die Seisser Schichten untersucht habe. Es herrscht darin so grosse Gleichförmigkeit und so einstimmige Auffassung der Schichtenfolge bei allen denen, welche die bezüglichen Gegenden geognostisch aufgenommen haben, dass es genügen möchte, diess zu constataren. Ich habe bereits in meinem ersten Beitrag auf die zwischen Grödener Sandstein und Seisser Schichten eingeschalteten Schichten, die schon durch v. Richthofen von mehreren Fundstellen hervorgehoben worden waren, sowie auf ihren grossen Reichthum an organischen Einschlüsse aufmerksam gemacht und darauf hingewiesen, dass sie dadurch und wegen ihrer weiten Verbreitung hier einen wichtigen Horizont abzugeben geeignet scheinen. Später hat sie Dr. Loretz am Nordrande der Südalpen in fast ununterbrochenem Zuge auf der Südseite des Pusterthales kennen gelernt und auch Dr. Hörnes ihre Identität mit den von mir aus der Puffler Schlucht genau geschilderten Foraminiferen-Schichten bestätigt. Es sind hier bis zum Enneberg vorherrschend dunkelschwarze Kalke und Dolomite, in denen Dr. Hörnes eine Anzahl von Versteinerungen, darunter besonder charakteristisch *Bellerophon peregrinus* nachgewiesen hat. Vom

anlassung gegeben haben, wie bei Palu. Ich konnte eine ganze Reihe alter Bergalden im Streichenden von Monte di sopra bis zum Sattel, der hinüber nach Civezzana führt, weithin verfolgen. Es sind diess dieselben Gesteine, welche auf der Tiroler montanistischen Karte unter der Bezeichnung „unterer Alpenkalk“ verzeichnet wurden. Dass Schwerspath und Kupfererze in diesem hohen Horizonte der Campiler Dolomite vorkommen, obwohl sie schon in viel tieferen Schichten, selbst im Grödener Sandstein beginnen, daran kann man sich am N. Gehänge des Kalisbergs in mehrfachen Querprofilen überzeugen. Ich beobachtete in dem Fahrweg, der von Masi Saracini nach Monte Vaccino führt, deutlich anstehende, ausgezeichnet oolitische Dolomite und rothbraune dolomitische Kalke, welche von zahlreichen Schwerspathadern mit Kupferspuren durchschwärmt sind. Gleich daneben am Gehänge ziehen sich die alten Bergbau-Halden hin.

Noch klarer ist der Aufschluss oberhalb Gardolo di mezzo da, wo ein Seitenweg von jenem nach Masi Saracini südlich sich abzweigt. Hier streicht der vom Kalisberg zum Thal bei Gardolo ziehende bröckliche blendend weisse jüngere Dolomit quer durch und es folgt zunächst unter demselben in gleichförmiger Lage der graue, dem deutschen Wellenkalk petrographisch so ähnliche Mergelkalk als Decke der tieferen Campiler Schichten, wie sie in dieser Gegend ausgebildet sind. Etwa 100 m unter der Grenze gegen den vorliegenden Kalisberg-Dolomit steht als eine Einlagerung oder Zwischenbank in der Campiler Reihe ein mächtiger Fels gelben und braunen Dolomits an, reich an Schwerspathadern und Rotheisensteinschürrchen genau im Fortstreichenden des oben erwähnten Dolomits mit Kupfererzen und unterlagert von der reichen Mergelbildung der Seisser Schichten. Dadurch ist die Stellung dieses Dolomits ganz sicher ermittelt.

Was die Gegend SO. von Trient anbelangt, so gewährt

das in seinen tieferen Lagen bereits früher geschilderte Profil oberhalb Pantè die besten Aufschlüsse. Im Allgemeinen ist die Schichtenausbildung die nämliche, wie bei Gardolo di mezzo. Die einzelnen mächtigen Dolomitbänke ragen auch hier als Felsrippen oder steile Terrassenränder zwischen den anderen Gesteinsbänken vor. Ganz besonders macht sich die meist rothe, oolitische Holopellenbank bemerkbar, welche das meiste Material zu den Weinbergsmauern dieser Gegend geliefert hat. Bemerkenswerth für diesen Strich ist auch das Vorkommen von Gypsknollen in den höchsten Lagen der Campiler Schichten oberhalb einer 15 m. mächtigen Rauhwackenbank.

Noch weiter südlich bieten sich uns in den Profilen an den Gehängen oberhalb Vigolo gegen Terra rossa und den M. Marzola sehr interessante Verhältnisse. Auch hier erhebt sich über den sandigen Lagen der Grödener Schichten mit vielen Kohlenputzen zuerst eine steile hohe Felswand, welche aus unten dünnen, oben dickeren Bänken eines z. Th. oolithischen z. Th. sehr dichten, gelben oder weisslichen Dolomits besteht. Wir sehen darin den Stellvertreter der Bellerophon-Dolomite, wie die zahlreichen, aber in hohem Grade undeutlichen Versteinerungen erkennen lassen, die darin auftreten. Graue dünnschichtige Mergelkalke mit den charakteristischen organischen Einschüssen der Seisser Schichten bedecken diese Felsbänke. In rascher Wiederholung erscheinen nach Oben noch dreimal ähnliche ziemlich mächtige Dolomitmassen, von einander nur durch graue und rothe thonige, mergelige und sandige Zwischenlagen getrennt. Die oberste dieser Bänke beginnt mit einer oolithischen, weissen, gelblich verwitternden, z. Th. intensiv rothen eisenreichen Dolomitlage, in welcher wie NO. von Trient Schwerspath und Kupfererze brechen. Steinmergelartig dichte Gesteine vermitteln hier den Uebergang in grossluckige Rauhwacke, welche in dieser Gegend besonders

müchtig hervortritt. Leider sind bis auf einzelne Steinmergelbänke die höheren Lagen bis unter dem zunächst darüber folgenden blendend weissen Dolomit des Mt. Marzola (Calisberg-Dolomit) mit etwa 30—35m. ganz überrollt.

Es ist kaum zweifelhaft, dass es dieselben Schichten sind, in denen ich eine Anzahl Triasformen (vergl. I, S. 34) nachgewiesen habe. Es lässt sich namentlich an den Foraminifereneinschlüssen, die in Dünnschliffen sichtbar werden, erkennen, dass es derselbe Horizont sei, in welchen die Wiener Geologen das Vorkommen von *Bellerophon peregrinus*, von *Spirifer*, *Avicula*, *Mytilus*, *Myophoria*, *Turbo* u. s. w. angeben, so dass im Ganzen, wie Stache annimmt, ein paläozoischer Typus hervortrete. Dergleichen Anklage an ältere Faunen in jüngeren Schichten begegnen wir zu wiederholten Malen in den Alpen. Es dürfte daher eine gewisse Formähnlichkeit nicht für zureichend erachtet werden, um daraus auf eine Gleichstellung mit älteren Schichten zu schliessen. Wir sehen ähnliche Andeutungen in der Fauna von St. Cassian, ja selbst noch in der des rhätischen Schichtencomplexes und über diese hinaus mehrfach wiederkehren. Es zeigen sich darin eben einzelne erhaltengebliebene Glieder jener grossen Kette der Artenverwandtschaft und der Formencontinuität, welche eine ältere Fauna mit einer jüngeren verbunden hält. Süss⁵⁾ hat sich neuerlichst über die Bedeutung dieses wiederholten Auftretens sogenannter alter Typen in jüngeren Schichten in lichtvoller Weise ausgesprochen. Wie mir scheint, haben wir in den *Bellerophon*-Schichten nur ein weiteres Beispiel dieser Wiederholung einer Vortriasfauna in Triasschichten zu verzeichnen.

Eine weitere Frage, die ich durch meine Untersuchun-

5) Die Entstehung der Alpen S. 99 ff.

gen bei Trient zu beantworten versuchte, bezieht sich auf den Nachweis der Crinoideen- und Brachiopoden-Schichten des Muschelkalks von Recoaro, die nordwärts in den Profilen am Schlern und bei Neumarkt sich nicht sicher bemerkbar machen. In diesen nördlichen Gegenden schreitet die Dolomitbildung über den rothen Campiler Schichten fast ununterbrochen bis zum Schlerndolomit fort. Bei Tiers, wo ich den vortrefflichen Aufschluss über der St. Sebastians-Kapelle zu erneuerten Beobachtungen benützte, tritt über den obersten brennendrothen Lettenschiefer der Campiler Schichten zuerst eine festere Gesteinslage als Fuss der weiter aufragenden Steilwand auf, welche 2 m. mächtig aus dünnen Schichten eines knollig klotzigen blaugrauen dolomitischen Mergelkalks mit zwischenliegenden grauen Mergeln besteht. Letztere enthalten Spuren von Pflanzenversteinerungen. Darauf baut sich erst die fast senkrechte 10 m. hohe Wand aus hellgelblich weissem, fleckweise rostfarbigem klotzigem Dolomit auf, welcher dadurch ausgezeichnet ist, dass er flache Linsen und Knollen oder Lagen von Hornstein und kieseligem Kalk enthält. In diesen Ausscheidungen zeigen sich ziemlich viele, aber meist sehr undeutliche organische Formen, *Crinoideen* und *Brachiopoden*. Ueber diesen Felsen springt der Abhang etwas terrassenförmig zurück. Der so gebildete Absatz wird durch die Zwischenlage von weicheren grauen Dolomiten von 5 m. Mächtigkeit veranlasst, über denen dann erst ohne weitere Unterbrechung der blendend weisse Schlerndolomit bis hoch hinauf zum Tschaffon sich aufthürmt. Also auch hier ist noch kein deutliche Abgliederung wie bei Recoaro ausgeprägt. Auch O. und SO. von Trient bieten die zahlreichen, von mir näher untersuchten Profile keine weiteren Aufschlüsse, als dass über den rothen Campiler Schichten ein System grauer, dünnschichtiger, wellig gebogener, dem mitteldeutschen Wellenkalk petrographisch (natürlich nicht der Lage

mächtig hervortritt. Leider sind bis auf einzelne Steu-
mergellänke die höheren Lagen bis unter dem zunächst dar-
über folgenden blendend weissen Dolomit des Mt. Marzola
(Calisberg-Dolomit) mit etwa 30--35m. ganz überrollt.

Es ist kaum zweifelhaft, dass es dieselben Schichten
sind, in denen ich eine Anzahl Triasformen (vergl. I, S. 34)
nachgewiesen habe. Es lässt sich namentlich an den Fora-
minifereneinschlüssen, die in Dünnschliffen sichtbar werden,
erkennen, dass es derselbe Horizont sei, in welchen die
Wiener Geologen das Vorkommen von *Bellerophon pere-*
grinus, von *Spirifer*, *Avicula*, *Mytilus*, *Myophoria*, *Turbo*
u. s. w. angeben, so dass im Ganzen, wie Stache an-
nimmt, ein paläozoischer Typus hervortrete. Der-
gleichen Anklage an ältere Faunen in jüngeren Schichten
begegnen wir zu wiederholten Malen in den Alpen. Es dürfte
daher eine gewisse Formähnlichkeit nicht für zureichend er-
achtet werden, um daraus auf eine Gleichstellung mit älteren
Schichten zu schliessen. Wir sehen ähnliche Andeutungen
in der Fauna von St. Cassian, ja selbst noch in der des
rhätischen Schichtencomplexes und über diese hinaus mehr-
fach wiederkehren. Es zeigen sich darin eben einzelne
erhaltengebliebene Glieder jener grossen Kette der Arten-
verwandtschaft und der Formencontinuität, welche eine
ältere Fauna mit einer jüngeren verbunden hält. Süss⁵⁾
hat sich neuerlichst über die Bedeutung dieses wieder-
holten Auftretens sogenannter alter Typen in jüngeren
Schichten in lichtvoller Weise ausgesprochen. Wie mir
scheint, haben wir in den *Bellerophon*-Schichten
nur ein weiteres Beispiel dieser Wiederholung
einer Vortriasfauna in Triasschichten zu ver-
zeichnen.

Eine weitere Frage, die ich durch meine Untersuchun-

5) Die Entstehung der Alpen S. 99 ff.

gen bei Trient zu beantworten versuchte, bezieht sich auf den Nachweis der Crinoideen- und Brachiopoden-Schichten des Muschelkalks von Recoaro, die nordwärts in den Profilen am Schlern und bei Neumarkt sich nicht sicher bemerkbar machen. In diesen nördlichen Gegenden schreitet die Dolomitbildung über den rothen Campiler Schichten fast ununterbrochen bis zum Schlerndolomit fort. Bei Tiers, wo ich den vortrefflichen Aufschluss über der St. Sebastians-Kapelle zu erneuerten Beobachtungen benützte, tritt über den obersten breunendrothen Lettenschiefer der Campiler Schichten zuerst eine festere Gesteinslage als Fuss der weiter aufragenden Steilwand auf, welche 2 m. mächtig aus dünnen Schichten eines knollig klotzigen blaugrauen dolomitischen Mergelkalks mit zwischenliegenden grauen Mergeln besteht. Letztere enthalten Spuren von Pflanzenversteinerungen. Darauf baut sich erst die fast senkrechte 10 m. hohe Wand aus hellgelblich weissem, fleckweise rostfarbigem klotzigem Dolomit auf, welcher dadurch ausgezeichnet ist, dass er flache Linsen und Knollen oder Lagen von Hornstein und kieseligem Kalk enthält. In diesen Ausscheidungen zeigen sich ziemlich viele, aber meist sehr undeutliche organische Formen, *Crinoideen* und *Brachiopoden*. Ueber diesen Felsen springt der Abhang etwas terrassenförmig zurück. Der so gebildete Absatz wird durch die Zwischenlage von weicheren grauen Dolomiten von 5 m. Mächtigkeit veranlasst, über denen dann erst ohne weitere Unterbrechung der blendend weisse Schlerndolomit bis hoch hinauf zum Tschaffon sich aufthürmt. Also auch hier ist noch kein deutliche Abgliederung wie bei Recoaro ausgeprägt. Auch O. und SO. von Trient bieten die zahlreichen, von mir näher untersuchten Profile keine weiteren Aufschlüsse, als dass über den rothen Campiler Schichten ein System grauer, dünnschichtiger, wellig gebogener, dem mitteldeutschen Wellenkalk petrographisch (natürlich nicht der Lage

nach) bis zum Verwecheln ähnlicher Kalke constant sich vorfindet. Der unmittelbare Anschluss an den etwa 10 m. höher beginnenden blendend weissen Dolomit (Schlerndolomit des Kalisbergs) ist hier überall durch Zusammenbruch und Schutt verdeckt: so oberhalb Pantè, am Steilgehänge des Mt. Chegol, wo eine grossartige Verwerfung O. von Mt. Celva durchzieht und in der Fleimsthalpalte fortsetzt. Auch am Wege nach Val Sorda sind diese Grenzschichten entblösst. Nirgends aber begegnen wir einer Spur der so grossartig entwickelten Schichtenreihe, wie im Enneberger Gebiete, keinen typischen Wengener Schichten, keinen Buchenstein-Kalken, keinen St. Cassianer-Gebilden, deren Faciesausbildung, wie es scheint, erst östlicher im mittleren Fleimsthal zwischen Cavalese und Predazzo sich anzulegen beginnt, während dieser Typus bekanntlich bei Recoaro und in den südlicheren venetianischen Alpen gleichfalls fehlt. Aber auch das Charakteristische der Schichtenausprägung, wie sie sich bei Recoaro zu erkennen giebt, ist bei Trient nicht in gleicher Schärfe zu finden, obwohl eine gewisse Annäherung nicht zu verkennen ist. Bei Recoaro nämlich ist das untere Schichtensystem ausserordentlich dürftig ausgebildet. Es liegen hier über dem Phyllit, ähnlich wie in Val Sugana, zuerst 1) röthlicher Sandstein, der unten oft Conglomeratbänke in sich schliesst, durchschnittlich wohl nicht über 10 m. mächtig, dem Grödener Sandstein entsprechend, dann darüber 2) gelbliche Dolomite wechselnd mit rothem Lettenschiefer, grauen dolomitischen Mergelkalken, wohl auch röthlichen sandigen Zwischenschichten nach oben mit einer gypsführenden Lage abschliessend als Stellvertreter der Seisser und Campiler Schichten zusammen, gegen 40 m. mächtig; 3) dünnplattig wulstiger Kalk gegen 10 m. mächtig, als Hauptlagen des *Dadocrinus gracilis*, 4) weicher grauer z. Th. sandiger Mergel mit den Voltzieneinschlüssen, gegen 8 m. mächtig; 5) der Brachiopodenkalk, grau, fest, oft klotzig

und hornsteinführend nach oben in dolomitische, rostbraun verwitternde Schichten übergehend im Ganzen etwa 15 m. mächtig; 6) röthliche Conglomeratbänke und grellrothe, oft sandige Lagen mit 10 m, 7) dünngeschichtete graue Mergelkalke und gelbverwitternde dolomitische Lagen gegen 20 m. mächtig, 8) schwarze Kalke, in welchen Beyrich zuerst das ursprüngliche Lager der *Gyroporella triasica* entdeckt und festgestellt hat und endlich 9) das Massiv der weissen deutlich geschichteten Kalke, welche an vielen Stellen Blei- und Zinkerze führen und sowohl dem Schlerndolomit als Wettersteinkalk entsprechen. Man könnte in den pflanzenführenden Lagen bei Tiers die Voltzienschicht, in den grauen wellenkalkähnlichen Bildungen SO. von Trient die *Dadocrinus*-Bänke vermuthen. Aber sichere Anhaltspunkte des Vergleichs fehlten bis jetzt. Desto bemerkenswerther ist der Gebirgsaufschluss, den ich oberhalb Villé di sopra im Val di Cembra NO. von Lavis direct N. vom Dorfe an einem über den schmalen Gebirgsvorsprung hinüberführenden Fusssteig auffand. Dieser felsiger Gebirgsrücken, der von Mt. Corona in SW. Richtung bis oberhalb Ville bis zum Pfad nach Masa Serchi streicht, selbst besteht aus blendend weissem, splittrigem Schlerndolomit, der oben von Gletscherschliffen reichlich polirt ist. An dem genannten Steig wird derselbe von lichtgrauen und grünlichen, dünnschichtigen, oft wellig wulstigen Kalken unterlagert. Die untersten Bänke dieser etwa 30 m. mächtigen Schichtenreihe, welche an unbedeutlichen Versteinerungen nicht arm ist, nehmen Bänke eines festeren Kalkes ein und in diesen fand ich nicht grade häufig *Dadocrinus gracilis* mit Gliedern eines etwas grösseren *Crinoideen*. Dadurch ist für diese Gegend die so charakteristische Muschelkalkbank sicher nachgewiesen. Die Unterlage machen 25 m. mächtige graue gelblich verwitternde Mergelkalke aus, die wieder von grauem, und schwarzem Lettenschiefer mit gelben Dolomitzwischenlagen unter-

teuft werden. In diesem schwarzen Gestein kommen Fragmente von Pflanzen vor, jedoch nicht deutlich genug, um sie zuverlässig als zu *Voltzia recubariensis* gehörend bestimmen zu können. Darunter beginnt das hier in grossartiger Weise entblösste System der Campiler Schichten mit den bekannten brennend rothen Letten, den rostfleckigen, gelben Oolithdolomiten und Breccien, in stetem Wechsel mit Dolomitbänken und nach unten sich reichlicher einstellenden grauen Mergelplatten bis zum mächtigen, weissen Grenzdolomit, der die Scheide bildet gegen den noch tiefer liegenden Grödener Sandstein. Das *Gyroporellen*-Lager konnte ich hier nicht auffinden, es scheint sich auf das enge Gebiet von Recoaro zu beschränken. Es ist dadurch sehr wahrscheinlich gemacht, dass der wulstige Mergelkalk bei Pantè und an der Strasse nach Val Sorda über den Campiler Schichten der Region des *Dadocrinus gracilis* gleichzustellen ist.

Die Dolomite und dolomitischen Kalke.

Die über den Schichten der unteren Trias nach oben folgenden theils rein dolomitischen, theils dolomitisch-kalkigen Gesteine⁶⁾ gewinnen in der Gegend O. von Trient keine so hervorragende Bedeutung, wie in N. S. und W. Von den hohen Bergen, welche sich am S.-Rande des Val Suggana steil erheben, streichen diese durch eine blendend weisse Farbe und ihre nackte Felsbildung schon aus der Ferne unterscheidbaren Gesteinsmassen durch das Centathal, in welchem ein neu angelegter Weg von Caldonazzo nach Folgaria auf eine lange Strecke durch sie sich emporzieht, in fast rein nördlicher Richtung vom Mt. Scanupia durch den oberen Theil des Val Sorda zum Mt. Marzola und dem Mt. Chegol im Osten von Trient in stets abnehmender

6) Vergl.: Doelter und Dr. Hörnes, Chem. gen. Betracht. üb. Dolomit u. s. w. III. Heft d. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1875.

Mächtigkeit herab. Dieser Zug bricht an dem tiefen Gebirgssattel oberhalb Pantè plötzlich ab, legt sich jedoch weiter nördlich in dem Mt. Celva mit der verstürzten und herabgebrochenen Bergscholle des alten Castells wieder an, um von da an in ganz schmalem Zuge zwischen Malpensada und einer gegen Civezzano vorliegenden Verwerfungsspalte mit nach SW. geneigten Schichten quer durch das Fersinalthal streichend sich aufs Neue zum Calisberg zu erheben. Das reichliche Vorkommen von *Turbo solitarius* in freilich nur verstürzten Bruchstücken bei Val Sorda deutet es an, dass in diesen Felsmassen nicht bloss die tiefsten, sondern auch höhere Horizonte vertreten sind. Diess weist der Durchschnitt, den die prächtige Felsenstrasse von Trient nach Pergine in den durchsprengten Felsen zugänglich gemacht hat, nun noch näher nach. Von Trient aus über die bis zur Stadt reichenden, mächtig ausgebreiteten Diphynkalk und über die versteinungsarmen rothen Jurakalke aufsteigend gelangt man jenseits des Wirthshauses Cognola zu einem System hellrother bis weisser dichter, zum Theil fein oolithischer Kalke, die dem äussern Ansehen nach dem Doggerkalk von Roveredo und am Garda-See entsprechen. Eine dolomitische Lage scheidet die vorliegenden Bänke von den gleichförmig sie unterlagernden, weissen, dünnbankigen Kalken, welche zahlreiche, graulich grüne Lettenlagen zwischen sich schliessen. Alle Schichten neigen sich ganz conform unter geringem Neigungswinkel nach SW. In der Nähe eines wasserreichen Felsenbrunnens enthalten diese Kalke zahlreiche Versteinerungen in nicht gutem Erhaltungszustande; doch erkennt man darunter *Megolodon pumilus* und breite Streifen, die auf das Vorkommen von *Lithiotis* hindeuten. Der neue Anbruch der Felsen, bei welchen in Folge von Verwitterung die Formen der Versteinerungen noch nicht deutlich ins Auge fallen und die Bestäubung des Gesteins wirken zusammen den wahren Reich-

thum der Schichten an Versteinerungen fast ganz zu verdecken. Doch ist soviel gewiss, dass wir bereits in dem Gebiete der Rotzschichten oder des grauen Lithiotiskalkes von Roveredo stehen, auch wenn das Gestein hier ganz abweichend meist als blendend weisser Kalk entwickelt ist. In den noch tieferen Lagen, denen wir beim weiteren Verfolgen der Strasse nach Pergine begegnen, lässt sich eine Scheidung nicht herausfinden, bis sich der Dolomit in mächtigen Massen einstellt. Weil der neue Aufbruch des Gesteins längs der Strasse wenig paläontologische Ausbeute lieferte, wurde der über das Gebirge von Villa montagna nach Orzano führende Weg aufgesucht, welcher auch in gewünschter Deutlichkeit die gehofften Aufschlüsse lieferte. Wenn man von Villa montagna aufsteigt, so sieht man zuerst das System weisser und röthlicher Kalke in stark geneigten Bänken neben dem Wege entblösst, deren zahlreiche organische Einschlüsse ihre Zugehörigkeit zum Doggerkalk bestätigen. Man steigt über ihre Schichtenköpfe nach und nach zur Sattelhöhe hinan, auf welcher grossartig in Karrenfeldern ausgewitterte Kalke mit unter 55° nach SW. geneigten Schichten weithin sich ausbreiten. An dem verwitterten Gestein kommen nun die breiten Streifen der *Lithotis* in erstaunlicher Menge zum Vorschein. Es sei nur nebenbei bemerkt, dass auf dieser Sattelhöhe noch Glacialgeröll abgelagert ist und dass die Oberfläche der Felsen durch Gletscherschliffe, deren Politur man sehr deutlich erkennt, stark abgerundet worden ist. Gleich jenseits des Sattels nehmen Dolomiten — blendend weiss, kleinklüftig, jedoch deutlich geschichtet — ihre Stellung ein, so dass die ganze Mächtigkeit der Lithiotiskalke kaum mehr als 200 m betragen dürfte. Diese Stelle ist wohl neben jenem bei Cortina d' Ampezzo durch H. v. Mojsisovic¹⁾

7; Reisebericht. Verh. d. geol. Reichs. 1875. N. 12 S. 220.

entdeckten Vorkommen einer der nördlichsten Punkte, bis zu welcher die Rotzoliastfacies nachgewiesen ist.

Während bei Villa montagna und N. davon zwischen Calisberg und dem ruffartigen Vorsprunge des Mt. Calmus unter diesem durchstreichend grauer Neocommergel und Scaglia sich ausbreiten und über diesen eine reiche Reihe glauconitischer grünlich grauer klotziger Mergel voll Versteinerungen namentlich Crinoideen (von Tavernaro zum Mt. Calmus) als tiefste und älteste Glieder der hier beginnenden Eocänformation (Spilecco-Schichten) und als unmittelbare Unterlage des von *Nummuliten* strotzenden weissen Kalkes, aus welchem der Mt. Calmus besteht, lagern, aber rasch an einer plötzlich im N. auftauchenden tuffartigen Eruptionsmasse absetzen und in steilen, sogar seiger gestellten Schichten sich umbiegen, setzt der Zug der älteren weissen Dolomite und Kalke in NW. Richtung über den schmalen Rücken, dessen höchste Spitze der Kalisberg genannt wird, ununterbrochen fort und erreicht weiter in rascher Senkung über Gardola di mezzo, wie schon erwähnt, das Etschthal bei Dorf Gordola zwischen Trient und und Lawis.

Ich will diese wenigen Bemerkungen über den Osttrientiner Kalk- und Dolomitzug nicht abschliessen, ohne denselben auf Grund neuerer Untersuchungen und Studien einige Nachträge über die Dolomiten der nördlicheren Gegenden anzuschliessen.

Nach meinen früheren Untersuchungen in dem Dolomitgebiete NO. von Botzen war ich zu dem Ergebniss gekommen, dass die sog. Schlerndolomite dieser Gegend ursprünglich eine mehr oder weniger geschlossene Decke bildeten, welche in Folge späterer theilweiser Zerstörung der Unterlage, durch Zusammenbrüche und Wegwaschungen erst nachträglich jene eigenthümlichen und charakteristischen Formen annahm, wie solche jetzt in

den berühmten Dolomitbergen des Ennebergs unsere Bewunderung erregen, und dass letztere nicht von einer ursprünglichen Korallenriffbildung abzuleiten wären. Diese Annahme ist auf vielseitigen Widerspruch gestossen, sowohl von Seiten des ersten Begründers der Korallenrifftheorie H. v. Richthofen's⁸⁾, als auch von Seiten mehrerer Wiener Geologen⁹⁾, welche letztere sogar behaupteten, die Riffhypothese nunmehr mit unumstösslichen Gründen sicher gestellt zu haben.

Ich folgte um so lieber dem Rath meines verehrten Freundes, mir die Sache denn doch noch einmal in der Natur gründlich anzusehen, als ich weiss, wie belehrend und läuternd die Wiederholung früherer Beobachtungen auf etwa vorgefasste Meinungen einzuwirken im Stande ist. Ich habe daher an den wichtigsten Orten die vorliegende Frage noch einmal mit aller Sorgfalt geprüft und habe mich dadurch nur noch mehr von der Richtigkeit der nicht von mir erfundenen oder neu aufgestellten, sondern vielmehr früher allgemein angenommenen Ansicht, die ich nur weiter ausgeführt habe, überzeugt. Ich bin wiederum darauf zurückgeführt worden, dass wir zur Erklärung aller vorkommenden Verhältnisse, unter denen der Schlerndolomit im südöstlichen Tirol auftritt, nicht nöthig haben, eine Korallenriffbildung anzunehmen. Auch habe ich an einem von zahlreichen Stellen neuerlichst gesammelten Material auf das Bestimmteste die Ueberzeugung von dem enormen Mangel, um nicht gerade zu sagen Ausschluss der Korallenüberreste im Schlerndolomite mir aufs Neue verschafft. Es sei gestattet,

8) v. Richthofen, Ueber Mendola- und Schlerndolomit in Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1874, S. 225.

9) v. Mojsisovics, Ueber die Ausdehnung und Structur d. SO.-Tirol-Dolomit. Sitz. der Akad. d. Wiss. 71. Bd. 1875 und zahlreiche Berichte von M. u. Dr. Hörnes in d. Verh. d. geol. Reichsa. 1874 und 1875.

hier im Voraus zu constatiren, dass H. v. Richthofen selbst die Schichtung des nach seiner Ansicht aus Korallenriffen hervorgegangenen Dolomits zugesteht, ja selbst ein besonderes Gewicht darauf legt, dass auf dieses Moment von ihm selbst zuerst aufmerksam gemacht und das davon gegen die Rifftheorie abgeleitete Bedenken widerlegt worden sei.

Da H. v. Richthofen seit seiner Weltreise Tirol nicht wieder besucht hat, so beschränkt sich seine neuerliche Erwiderung wesentlich auf die frühere Beweisführung, die er nur durch die Ergebnisse seiner Untersuchungen an den Korallenriffen der Südküste von Java weiter zu stützen sucht. Ich setze nicht den geringsten Zweifel an die äussere Aehnlichkeit der Erscheinung zwischen den Dolomitfelsen in Tirol und den Korallenriffen der Südsee, aber für mich liegt darin weiter keine zwingende Nothwendigkeit, von dieser äusseren Aehnlichkeit auf die innere Gleichheit der Entstehung zu schliessen; da ja nicht geläugnet werden kann, dass die Formen, die in den meisten Tiroler Dolomiten hervortreten, auch durch Denudation erklärt werden können, wie selbst von den heftigsten Vertretern der Korallenrifftheorie theilweise zugestanden wird. H. v. Richthofen vermisst (S. 236) die Mittheilung der meiner Anschauung zu Grunde liegenden Beobachtungen. Soweit sie sich auf stratographische Verhältnisse beziehen, sind sie ganz die nämlichen, wie auch er sie angestellt hat, darüber herrscht keine Differenz, die ja nur in der Deutung der beobachteten Thatsachen besteht. Ich sehe in den vielfach zerrissenen Dolomitbergen, in den steilen Rändern, mit denen sie plötzlich sich erheben, nichts anderes, als die Ueberreste einer grossen Gesteinsdecke, übrig gebliebene Fetzen einer weit verbreiteten Dolomitbedeckung und die Steilabbrüche von den nach einer Richtung hin zerstörten Theilen dieser Decke. Das sind Erscheinungen, die sich ja bei

jedem Ausblick nach den Dolomitbergen darbieten und tausendfach wiederkehren. Ich betrachte z. B. den Dolomit des Schlern als ein ursprünglich mit dem Dolomit der Mendel unmittelbar zusammenhängendes Dolomitcontinuum, das durch die Unterspülung und Wegwaschung der zwischen Schlern und Mendel unter dem Dolomit lagernden weicheren Schichten seiner Unterlage beraubt, theilweise zusammenbrach, wodurch die auf diese Art entstandenen Trümmer und Bruchstücke der fortspülenden Macht der fluthenden Gewässer zum Opfer fielen. Die Steilränder am Schlern, wie an der Mendel erscheinen mir als die derzeitigen Randtheile dieser zerstückelten Decke. Diese Verhältnisse sind genau so, wie wenn die Dolomitdecke, welche heute zu Tage noch zwischen Schlern und Rosengarten ein Continuum bildet, an der bereits zum Durchbruch vorbereiteten Eintiefung des Tschamin- und Duron-Bachs durch weiter fortgeschrittene Auswaschung der Campiler, Seisser und Grödener Schichten unterspült, etwa an den Rosszähnen zusammenbrechen würde und zwei neue Steilränder entstünden, genau so wie zwischen Peitler-Kogel und Sabatschberg, wo durch denselben Unterspülungsprocess die ursprünglich zusammenhängenden, jetzt getrennten Kalkberge entstanden sind. Ich vermag hier und nirgends Korallenriffländer zu sehen. Dergleichen spätere Isolirungen früher continuirlich ausgedehnter Schichtensysteme und ihre Trennung in mehrere Gebirgsstöcke gehören ja zu den allergewöhnlichsten Erscheinungen in unsern Alpen, und die Südtiroler Berge machen hiervon nicht die geringste Ausnahme; es sind durch Zerstörung der Zwischenmassen isolirte Berggruppen wie der Wetterstein und der Minninger, wie Karwendelgebirge und Solstein, wie Pentling und Kaisergebirge, wie vorderer und hinterer Kaiser, oder in den Südalpen zwischen Mt. Cison mit den Neumarkter Bergen und dem Schönleitenskapf mit Mt. Roen. Wir sehen bei Neumarkt noch deutlich

die ursprüngliche Querverbindung durch das Etschthal angedeutet.

Es gereicht mir zur grossen Befriedigung, dass selbst die am meisten fortgeschrittenen Vertreter der Rifftheorie die Allgemeinheit dieser Theorie in den Südtiroler Dolomitbergen haben fallen lassen und sie auf einzelne Fälle beschränkt wissen wollen. Wenn von dieser Seite ein ursprünglicher deckenförmiger Zusammenhang der Dolomitdecke zwischen Schlern- und Mendelbergen, zwischen Rothewand und Latemar zugleich mit Sasso di Loch, Campo Ziegelau und der Vedretta Marmolata u. s. w. zugegeben wird, so ist damit der allgemeinen Gültigkeit der Rifftheorie für Südtirol bereits das weiteste Feld entzogen, ich glaube das ganze. Denn wenn die durch Korallenriff angeblich entstandenen und steilrandigen Berge geschichtet sind, wie die Kalk- oder Dolomitmassen anderer Berge, wenn sich in diesen Gesteinsmassen keine oder nur Spuren von Korallen — wie ja zugegeben wird — erkennen lassen, was ist es denn, muss man fragen, was uns die Nöthigung auferlegt, ihre Bildung aus Korallenriffen herzuleiten? Ihre plötzliche Erhebung in hohen Steilrändern und ihr plötzlich mächtiges Anschwellen, sowie gewisse Structurverhältnisse sollen den Korallenriffcharakter documentiren.

Vorerst ist es ja mehr als zweifelhaft, dass sich in den jetzigen Steilrändern ehemaligen Riffländer auch nur der ungefähren Form nach erhalten haben könnten, wo rings die grossartigste Zerstörung auf Quadratmeilen ausgedehnte mächtige Berge vernichtet hat. Wir haben es überall nur mit abgebrochenen Lagen zu thun und ich vermag nirgendwo irgend etwas Eigenthümliches zu entdecken, welches diese steilen plötzlich aufsteigenden Felswände vor anderen Abbruchrändern auszeichnete und sie als Theile von Korallenriffen charakterisiren würde. Aber selbst wenn sie ehemals Theile von Riffen dargestellt hätten, wären sie, wie die

überall an ihrem Fuss aufgehäuften Bruchstücke augenscheinlich lehren, in ihrer ursprünglichen Form so weit verändert, dass die jetzige Berggestaltung nicht mehr auf jene frühere Bildung bezogen werden könnte. Ich habe mir wiederholt die Frage gestellt, wodurch denn diese Steilränder der Südtiroler Dolomitberge von anderen Abbruchrändern, die ja überall in den Kalk- und Dolomitgebirgen wiederkehren, sich unterscheiden liessen; ich habe Nichts herausfinden können.

Was weiter die Erscheinung des plötzlichen Anschwellens der Dolomite zu aussergewöhnlicher, d. h. in nächster Nähe nicht vorkommender Mächtigkeit anbelangt, so sind diess Verhältnisse, welche in- und ausserhalb der Alpen vorkommen, wo sicher keine Mitbetheiligung von Korallen anzunehmen ist. Ich erinnere nur an das plötzliche Anschwellen der schwammreichen Stellen in dem Juragebiete, an das rasche Mächtigerwerden der Dolomite in Franken, bei welchen gewiss keine Korallenriffe mitspielen. Es darf auch an den Wettersteinkalk in den Alpen erinnert werden, der z. B. im Kessel von Reichenhall wenigé hundert Fuss mächtig in dem unmittelbar anschliessenden hohen Staufengebirge zu eben so vielen tausend Fuss anschwillt. Dasselbe ist an vielen Stellen mit dem Dachsteinkalk der Fall. Dass dieses rasche Anschwellen Folge lokalreicherer Niederschläge und Absätze oder Anschwemmungen sei, muss überall angenommen werden, wo Korallenreste in dem Gestein fehlen, während andere Thierreste von gleicher Beschaffenheit sich erhalten haben. Warum müssen es denn in Südtirol gerade riffbauende Korallen gewesen sein, die dies bewirkten, aber nachträglich total zerstört worden sind, während sich Foraminiferen und Schalthierreste erhielten? Wenn ich für die Bildung der Dolomitfelsmassen in Südtirol keine andern Agentien anzunehmen für nöthig erachte, als die sind, welche überall Kalk- und Dolomitschichten erzeugten

— darunter auch natürlich stellenweise Material, zu dem Korallen Beiträge lieferten — so steht meine Ansicht mit den thatsächlichen Beobachtungen und den allgemeinen Erscheinungen vollständig in Einklang; lokal Abweichendes aber lässt sich nur aus lokalen Ursachen ableiten und erklären, wie ich es versucht habe. Dass die von mir angenommene Dolomitdecke nicht unbegrenzt sich ausdehnt und lokal durch eine andere Bildung ersetzt wird, ist allerdings eine Inconsequenz der Natur (l. c. 237), für die aber ich denn doch nicht verantwortlich gemacht werden kann. Auch ist es keine unklare Vorstellung, sondern Thatsache, dass sich neben einander aus demselben Meere sehr heterogene Absätze bilden können ohne Mitbetheiligung von Korallenriffen, wie die Tiefsee-Untersuchungen reichlich gezeigt haben. Eine scharfe Abgrenzung von reinem Dolomit gegen schwarze Tuffschichten ist mir ebenso unerklärlich wie meinem verehrten Freunde, aber ich kenne einfach keine solche, sofern nicht Dislokationen sie hervorgerufen hätten. Wo dergleichen Grenzen in normaler Lagerung aufgeschlossen sind, da bemerkt man keinen scharfen Abbruch, sondern den geforderten allmählichen Uebergang und sogar ein gegenweitiges, durch Wechsellagerung vermitteltes Ineinandergreifen.

Ich vermochte demnach auch in Folge meiner neueren Beobachtungen mich nicht zu überzeugen, dass irgendwo in Südtiroler Dolomit ein altes Korallenriff noch sichtbar geblieben ist, und ich will es mir gefallen lassen, vielleicht auch in Bezug auf die Erklärung der Entstehung alpiner Felsmassen für ein Reaktionär erklärt zu werden, wie denn H. v. Richthofen mein Bestreben, alpine Schichten mit ausseralpinen dem Alter nach gleichzustellen und demgemäss zu benennen, geradezu als einen Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie bezeichnen zu dürfen glaubt und Benennungen wie „Alpiner Röth“, „Alpiner unterer

Muschelkalk“ etc. gelassen für unexakt hält. Ich meinen Theils fühle mich trotzdem befriedigt bei solchen Rückschritten in der Alpengeologie, von denen ich mit Genugthuung sehe, dass sie einen wahren Fortschritt der Geologie im Allgemeinen im Gefolge haben, mitwirken zu können. Wenn ich irgend einen Beitrag zur Förderung der geologischen Kenntniss der Alpen je geleistet habe, so besteht er eben nur darin, die in den Alpen herrschenden besonderen Verhältnisse auch solchen verständlich zu machen, die nicht speciell Alpengeologen sind und diess hauptsächlich durch meine Bemühungen, die Faciesdifferenzen und Gleichheiten der Gebilde in den Alpen mit denen ausserhalb derselben klar zu stellen, nach denselben Methoden, die ich auch in meiner letzten Arbeit befolgt habe. Ich betrachte es als Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie, wenn man für dieselben eine eigene Wissenschaft mit eigener Nomenclatur und besonderer Titulatur zur Zeit noch festzuhalten für nothwendig erachtet, wo es vollständig klar geworden ist, dass die geologische Geschichte in den Alpen zwar ihren besonderen Gang, aber doch ganz gleichzeitig und analog mit gewissen Ereignissen ausserhalb der Alpen genommen hat und dass es absolut erforderlich ist, um die Alpengeologie allgemein verständlich zu machen, so viel als immer thunlich ist, die besonderen alpinen Bezeichnungen mit allgemeinen zu vertauschen. Auf diesem Wege werde ich mich durch keine noch so herbe und ungerechtfertigte Beurtheilung abbringen lassen.

Die Korallenrifftheorie ist in der neuesten Zeit durch die umfassenden Detailaufnahmen der Geologen der k. k. Reichsanstalt in ein neues Stadium getreten. In den über diese Forschungsergebnisse bisher erschienenen Publikationen wird der erbrachte Beweis als endgültig und unumstösslich bezeichnet und von den Gegnern die Beibringung des Beweises vom Gegentheil gefordert. Darüber dagegen wird

ganz stille hinweggegangen, dass die Untersuchungen dahin geführt haben, an die Stelle der ganz allgemein für die Südtiroler Dolomite als gültig ausgesprochenen Koralleurifftheorie eine enorme Einschränkung auf einige wenige Fälle treten zu lassen, und dass wir es mithin ganz und gar nicht mehr mit der früheren Theorie zu thun haben. Ich nehme davon Akt, weil damit eigentlich der Hauptsache nach bereits das, was ich behauptet habe, nicht widerlegt, sondern nur bestätigt ist, und es sich nur mehr um einzelne Ausnahmefälle handelt, die nun im Einzelnen zu betrachten wären. Das ist der jetzige Standpunkt der Sache.

Ich will nun versuchen, die Hauptzusammenstellung der bisher gewonnenen Ergebnisse zu Gunsten der letzten Ueberreste der Rifftheorie, wie sie die neueste Schrift des Herrn Bergraths v. Mojsisovics ¹⁰⁾ liefert, möglichst genau zu folgen.

Diese Schrift bezeichnet die Resultate paläontologischer Untersuchungen und Vergleichen der Einschlüsse der in verschiedenen Höhen und in verschiedenen Reihenfolgen auftretenden, unter einander sehr abweichenden Bildungen in Verbindung mit der Beobachtung des gegenseitigen Ineinandergreifens der beiden Facies der Dolomite und der Mergel als die Hauptstütze dieser Theorie. Diese Gründe sind mehrfach verschieden von jenen des Herrn v. Richthofen, namentlich in Bezug auf das Vorkommen der Pachycardien-Schicht auf der Seisser Alp, auf welches besonderes Gewicht gelegt worden war, dann in Bezug auf die Stellung, die der Schlerndolomit gegenüber den St. Cassianer Schichten einnimmt, und endlich in Bezug auf das Fehlen der Schichtung, die H. v. Richthofen zugegeben hat.

10) U. d. Ausdehnung u. Structur d. südtir. Dolomitblöcke. Sitz. d. Ac. d. Wiss. in Wien, I Abth. Bd. 71, Maiheft 1875.

Was den ersten Theil der oben angeführten Abhandlung anbelangt, so stimmen die hier angeführten Hauptresultate ziemlich vollständig mit der bereits in meinem ersten Beitrage nachgewiesenen stellenweisen Vicariirung des Dolomits für den oberen Muschelkalk ¹¹⁾ die Buchensteiner, Wenger und St. Cassianer Schichten (s. S. 51, 69, 70 u. s. w.). Auch habe ich daselbst schon auf die Möglichkeit einer Zerlegung dieses Dolomitcomplexes in die einzelnen Schichtenglieder, die er vertritt, hingedeutet. Indem weiter die einzelnen ursprünglich räumlich getrennten Dolomitstücke aufgeführt werden, zwischen denen becken- oder kanalartige Gebiete der Mergelfacies sich ausbreiten, begegnet man der Annahme, dass das Schlerngebirge einst wahrscheinlich sogar mit dem Mendelgebirge einerseits zusammenhing, andernseits erst mit der Marmolatagruppe sich abschloss. Also die W. und S. Steilränder des Schlerngebirgs mit seinem Anhang, sowie auch die östlichen des Mendelgebirgs und westlichen der Marmolata haben nichts

11) H. v. Richthofen wird sich aus dieser Abhandlung überzeugen, dass es denn doch nicht so unexakt ist, in den Alpen von oberem und unterem Muschelkalk zu reden, da man diese Bezeichnungen von einer Seite angenommen hat, welcher er gewiss den Vorwurf des Rückschritts in der Methodik der Alpengeologie nicht machen will. Wenn er aber (l. c. S. 221) mit einer kühnen Redewendung den Leser glauben zu machen sucht, dass ich die Richtigkeit der Bezeichnung von Schlerndolomit und Mendoladolomit erst recht begründet hätte, so verwechselt er eben die Sache mit dem Namen. Dass es zwei verschiedene und in gewissen Gegenden trennbare Dolomithorizonte in Südtirol gebe, wie H. v. Richthofen zuerst gefunden hat, das habe ich eben so scharf nachzuweisen gesucht, als das Unzutreffende der Bezeichnung „Mendoladolomit“, nach dem Mendelgebirge, in welchem eben die beiden Dolomite nicht zu trennen sind und der Name nur durch eine Verwechslung und ein Zusammenwerfen der zwei Dolomithorizonte entstanden ist. Das liegt so klar zu Tag, dass ich es wirklich für überflüssig erachte, noch ein Wort darüber zu sagen.

mit Riffränder zu thun. Es sind steile Abbruchränder, Folgen späterer Zerstörung einer weit ausgedehnten Decke. Das ist denn doch nur eine Bestätigung meiner Annahme. Auch Peitlerkogel und Geisterspitz werden mit dem Gerdenazogebirge als ein früher zusammenhängendes Massiv geschildert und bemerkt, dass für einige andere, jetzt allseitig isolirte Dolomitstöcke der Beweis ursprünglicher Isolirung nicht nach allen Richtungen hin sich erbringen liesse; es dürften dieses durch Denudation abgetrennte Partien grösserer Massen sein, welche in das Gebiet der Mergelfacies übergegriffen haben. Es werden 5 solcher Gruppen angeführt. Damit ist die Rifftheorie bereits auf einen verhältnissmässig kleinsten Raum der Dolomitverbreitung eingengt.

Indem weiter (S. 7) der für die Buchensteiner Schichten stellvertretende Dolomit als randlicher Dolomitwall bezeichnet wird, von dem denn doch wohl nicht behauptet werden kann, dass er aus Korallen bestehe, finde ich hierin bereits die Erklärung für die jüngeren „Wälle“ angedeutet, die eben so wenig, wie die älteren, ihren Ursprung in Korallenriffen nehmen müssen. Von dem Inhalte der folgenden Erörterung hebe ich als das Wichtigste die Angabe hervor, dass manche Dolomite eine laterale Abgrenzung erlangen durch ein allmähliges Zurücktretten der oberen Lagen oder durch ein Ineinandergreifen der Dolomit- und Mergelfacies, wodurch selbst eine Ueberlagerung der Mergelbildung durch Dolomit entstehen kann, und wo eine Erosion noch hinzutritt, eine isolirte freie Auflagerung von Dolomitplatten auf Mergel möglich wird. Demnach werden die sämmtlichen jetzt isolirten, dem Mergel frei aufgesetzten Dolomitgruppen auf einer Seite hin ursprünglich mit dem grossen Stock zusammenhängend dargestellt unter der Annahme, dass erst durch Erosion dieselben zertheilt worden sind. So die St. Cassianer Massen vom Set Sass im W. an über Mt. Nuvolau

nach O. bis in das Boitathal, die Dolomite des Sasso Pitschi, der Zug des Sasso di Capello bis zum Marmolatastock. Sie alle brechen wenigstens nach einer Seite hin mit steilen Erosionswänden ab. Die ursprüngliche Continuität der Dolomitdecke ist damit bereits über weite Flächen zugegeben. Wenn nun aber Set Sass mit Nuvolau u. s. w. über dem Mergel früher zusammenhing, wenn Schlern- und Marmolatagebirge vormals ein zusammenhängendes Ganze ausmachten, warum soll nicht die Schlernostseite mit der Langkogelgruppe, diese mit dem Gerdenazzo- und Pardoistock vordem über dem Mergel im Zusammenhang gestanden haben und erst durch Erosion in einzelne Gruppen zertheilt worden sein? Ich habe mir diese Frage an Ort und Stelle vorgelegt und konnte keine Gegen Gründe auffinden. Dieselben Strukturverhältnisse, dieselben Steilabbrüche in Folge von Erosion, dieselbe Leere an Korallen, wie da, wo zugestandener Maassen, die Ränder als Abbrüche angesehen werden. So ist es an den Steilrändern der Langkofelgruppe, am Peitlerkofel, am Pardoigebirge. Es bedarf gar nicht der Continuität der Dachsteinplatte zu einem weiteren Beweis. Beide Bildungen, der tiefere Dolomit und der Dachstein, sind verschieden altrige Ablagerungen, die so unabhängig in ihrer Verbreitung sind, dass man von der Continuität des einen ja ohnehin nicht mit Grund auf die der andern für denselben Verbreitungsbezirk schliessen darf.

Aus der gegenwärtigen Isolirung einzelner Dolomitstücke kann meiner Ansicht nach nicht auf ihre Entstehung aus einem Korallenriff geschlossen werden, da diese Isolirung vollständig auch durch Erosion erklärlich wird.

Ein weiteres Moment für die Begründung der Rifftheorie wird von der Struktur der Dolomitmassen hergeleitet. Es wird behauptet (S. 7), dass eine regelmässige Theilung des Dolomits in Südtirol als ächte Schichtung nicht vorkäme. Diese Annahme steht weder mit der Auffassung der

Strukturverhältnisse des Dolomits H. v. Richthofen's noch mit meiner Erfahrung in Einklang. Ich fand den Dolomit Südtirols überall mindestens ebenso deutlich geschichtet, wie den Juradolomit in Franken, in der Regel noch viel deutlicher. Die Behauptung mangelnder Schichtung findet aber schon S. 12 eine entsprechende Korrektur, indem hier die höchsten Lagen der Stücke selbst als ausgezeichnet wohlgeschichtet hervorgehoben werden. Nur die tiefere Hauptmasse soll der eigentlichen Schichtung ermangeln, und dafür soll einerseits eine Art „Conglomeratstruktur“ oder andernseits eine „Uebergusschichtung“ Platz greifen.

Was zunächst die sog. Conglomeratstruktur anbelangt, so wird dieselbe beschrieben, als eine Zusammenhäufung von Dolomitblöcken oder Klumpen durch Dolomitbindemittel. Diese Klumpen werden als eine Art Pseudomorphose nach früheren Korallen erklärt, ohne dass aber zugestandener Maassen sich eine Spur von Korallen in diesen Klumpen findet. Warum sind es denn nicht Pseudomorphosen nach Schwämmen? Wenn es aber Korallen wirklich gewesen wären, warum sind diess jetzt Klumpen, deren Form doch eher auf eine Abrollung durch die Fluthbewegung hindeuten würde und nicht scharfzackige, spitze Trümmer, wie die Theile der Korallenriffe? Oder bestehen etwa die jetzt zu Fels gewordenen Korallenriffe aus solchen Klumpen? Ich habe durch die Güte des Hrn. Prof. Semper eine Auswahl solcher Riffkalke der Südsee genau zu untersuchen Gelegenheit gefunden und kann nur sagen, dass von solchen Klumpen sich nichts vorfindet, sondern die zu dichtem Kalkfels verwachsenen Korallen ganz das Zackige und Scharfe beibehalten haben, das sie früher besessen haben. Diese Struktur findet sich also nicht bei den zu Felsmasse umgewandelten Korallenriffen der Jetztzeit. Auch ist es ein Irrthum, dass an den heutigen Korallenriffen jede Spur

überall an ihrem Fuss aufgehäuften Bruchstücke augenscheinlich lehren, in ihrer ursprünglichen Form so weit verändert, dass die jetzige Berggestaltung nicht mehr auf jene frühere Bildung bezogen werden könnte. Ich habe mir wiederholt die Frage gestellt, wodurch denn diese Steilränder der Südtiroler Dolomitberge von anderen Abbruchrändern, die ja überall in den Kalk- und Dolomitgebirgen wiederkehren, sich unterscheiden liessen; ich habe Nichts herausfinden können.

Was weiter die Erscheinung des plötzlichen Anschwellens der Dolomite zu aussergewöhnlicher, d. h. in nächster Nähe nicht vorkommender Mächtigkeit anbelangt, so sind diess Verhältnisse, welche in- und ausserhalb der Alpen vorkommen, wo sicher keine Mitbetheiligung von Korallen anzunehmen ist. Ich erinnere nur an das plötzliche Anschwellen der schwammreichen Stellen in dem Juragebiete, an das rasche Mächtigerwerden der Dolomite in Franken, bei welchen gewiss keine Korallenriffe mitspielen. Es darf auch an den Wettersteinkalk in den Alpen erinnert werden, der z. B. im Kessel von Reichenhall wenige hundert Fuss mächtig in dem unmittelbar anschliessenden hohen Staufengebirge zu eben so vielen tausend Fuss anschwillt. Dasselbe ist an vielen Stellen mit dem Dachsteinkalk der Fall. Dass dieses rasche Anschwellen Folge lokalreicherer Niederschläge und Absätze oder Anschwemmungen sei, muss überall angenommen werden, wo Korallenreste in dem Gestein fehlen, während andere Thierreste von gleicher Beschaffenheit sich erhalten haben. Warum müssen es denn in Südtirol gerade riffbauende Korallen gewesen sein, die dies bewirkten, aber nachträglich total zerstört worden sind, während sich Foraminiferen und Schalthierreste erhielten? Wenn ich für die Bildung der Dolomitfelsmassen in Südtirol keine andern Agentien anzunehmen für nöthig erachte, als die sind, welche überall Kalk- und Dolomitschichten erzeugten

— darunter auch natürlich stellenweise Material, zu dem Korallen Beiträge lieferten — so steht meine Ansicht mit den thatsächlichen Beobachtungen und den allgemeinen Erscheinungen vollständig in Einklang; lokal Abweichendes aber lässt sich nur aus lokalen Ursachen ableiten und erklären, wie ich es versucht habe. Dass die von mir angenommene Dolomitdecke nicht unbegrenzt sich ausdehnt und lokal durch eine andere Bildung ersetzt wird, ist allerdings eine Inconsequenz der Natur (l. c. 237), für die aber ich denn doch nicht verantwortlich gemacht werden kann. Auch ist es keine unklare Vorstellung, sondern Thatsache, dass sich neben einander aus demselben Meere sehr heterogene Absätze bilden können ohne Mitbetheiligung von Korallenriffen, wie die Tiefsee-Untersuchungen reichlich gezeigt haben. Eine scharfe Abgrenzung von reinem Dolomit gegen schwarze Tuffschichten ist mir ebenso unerklärlich wie meinem verehrten Freunde, aber ich kenne einfach keine solche, sofern nicht Dislokationen sie hervorgerufen hätten. Wo dergleichen Grenzen in normaler Lagerung aufgeschlossen sind, da bemerkt man keinen scharfen Abbruch, sondern den geforderten allmählichen Uebergang und sogar ein gegenweites, durch Wechsellagerung vermitteltes Ineinandergreifen.

Ich vermochte demnach auch in Folge meiner neueren Beobachtungen mich nicht zu überzeugen, dass irgendwo in Südtiroler Dolomit ein altes Korallenriff noch sichtbar geblieben ist, und ich will es mir gefallen lassen, vielleicht auch in Bezug auf die Erklärung der Entstehung alpiner Felsmassen für ein Reaktionär erklärt zu werden, wie denn H. v. Richthofen mein Bestreben, alpine Schichten mit ausseralpinen dem Alter nach gleichzustellen und demgemäss zu benennen, geradezu als einen Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie bezeichnen zu dürfen glaubt und Benennungen wie „Alpiner Röth“, „Alpiner unterer

Muschelkalk“ etc. gelassen für unexakt hält. Ich meinen Theils fühle mich trotzdem befriedigt bei solchen Rückschritten in der Alpengeologie, von denen ich mit Genugthuung sehe, dass sie einen wahren Fortschritt der Geologie im Allgemeinen im Gefolge haben, mitwirken zu können. Wenn ich irgend einen Beitrag zur Förderung der geologischen Kenntniss der Alpen je geleistet habe, so besteht er eben nur darin, die in den Alpen herrschenden besonderen Verhältnisse auch solchen verständlich zu machen, die nicht speciell Alpengeologen sind und diess hauptsächlich durch meine Bemühungen, die Faciesdifferenzen und Gleichheiten der Gebilde in den Alpen mit denen ausserhalb derselben klar zu stellen, nach denselben Methoden, die ich auch in meiner letzten Arbeit befolgt habe. Ich betrachte es als Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie, wenn man für dieselben eine eigene Wissenschaft mit eigener Nomenclatur und besonderer Titulatur zur Zeit noch festzuhalten für nothwendig erachtet, wo es vollständig klar geworden ist, dass die geologische Geschichte in den Alpen zwar ihren besonderen Gang, aber doch ganz gleichzeitig und analog mit gewissen Ereignissen ausserhalb der Alpen genommen hat und dass es absolut erforderlich ist, um die Alpengeologie allgemein verständlich zu machen, so viel als immer thunlich ist, die besonderen alpinen Bezeichnungsweisen mit allgemeinen zu vertauschen. Auf diesem Wege werde ich mich durch keine noch so herbe und ungerechtfertigte Beurtheilung abbringen lassen.

Die Korallenrifftheorie ist in der neuesten Zeit durch die umfassenden Detailaufnahmen der Geologen der k. k. Reichsanstalt in ein neues Stadium getreten. In den über diese Forschungsergebnisse bisher erschienenen Publikationen wird der erbrachte Beweis als endgültig und unumstösslich bezeichnet und von den Gegnern die Beibringung des Beweises vom Gegentheil gefordert. Darüber dagegen wird

ganz stille hinweggegangen, dass die Untersuchungen dahin geführt haben, an die Stelle der ganz allgemein für die Südtiroler Dolomite als gültig ausgesprochenen Korallenrifftheorie eine enorme Einschränkung auf einige wenige Fälle treten zu lassen, und dass wir es mithin ganz und gar nicht mehr mit der früheren Theorie zu thun haben. Ich nehme davon Akt, weil damit eigentlich der Hauptsache nach bereits das, was ich behauptet habe, nicht widerlegt, sondern nur bestätigt ist, und es sich nur mehr um einzelne Ausnahmefälle handelt, die nun im Einzelnen zu betrachten wären. Das ist der jetzige Standpunkt der Sache.

Ich will nun versuchen, die Hauptzusammenstellung der bisher gewonnenen Ergebnisse zu Gunsten der letzten Ueberreste der Rifftheorie, wie sie die neueste Schrift des Herrn Bergraths v. Mojsisovics ¹⁰⁾ liefert, möglichst genau zu folgen.

Diese Schrift bezeichnet die Resultate paläontologischer Untersuchungen und Vergleichen der Einschlüsse der in verschiedenen Höhen und in verschiedenen Reihenfolgen auftretenden, unter einander sehr abweichenden Bildungen in Verbindung mit der Beobachtung des gegenseitigen Ineinandergreifens der beiden Facies der Dolomite und der Mergel als die Hauptstütze dieser Theorie. Diese Gründe sind mehrfach verschieden von jenen des Herrn v. Richthofen, namentlich in Bezug auf das Vorkommen der Pachycardien-Schicht auf der Seisser Alp, auf welches besonderes Gewicht gelegt worden war, dann in Bezug auf die Stellung, die der Schlerndolomit gegenüber den St. Cassianer Schichten einnimmt, und endlich in Bezug auf das Fehlen der Schichtung, die H. v. Richthofen zugegeben hat.

10) U. d. Ausdehnung u. Structur d. südtir. Dolomitblöcke. Sitz. d. Ac. d. Wiss. in Wien, I Abth. Bd. 71, Maiheft 1875.

den berühmten Dolomitbergen des Ennebergs unsere Bewunderung erregen, und dass letztere nicht von einer ursprünglichen Korallenriffbildung abzuleiten wären. Diese Annahme ist auf vielseitigen Widerspruch gestossen, sowohl von Seiten des ersten Begründers der Korallenrifftheorie H. v. Richthofen's ⁸⁾, als auch von Seiten mehrerer Wiener Geologen ⁹⁾, welche letztere sogar behaupteten, die Riffhypothese nunmehr mit unumstösslichen Gründen sicher gestellt zu haben.

Ich folgte um so lieber dem Rath meines verehrten Freundes, mir die Sache denn doch noch einmal in der Natur gründlich anzusehen, als ich weiss, wie belehrend und läuternd die Wiederholung früherer Beobachtungen auf etwa vorgefasste Meinungen einzuwirken im Stande ist. Ich habe daher an den wichtigsten Orten die vorliegende Frage noch einmal mit aller Sorgfalt geprüft und habe mich dadurch nur noch mehr von der Richtigkeit der nicht von mir erfundenen oder neu aufgestellten, sondern vielmehr früher allgemein angenommenen Ansicht, die ich nur weiter ausgeführt habe, überzeugt. Ich bin wiederum darauf zurückgeführt worden, dass wir zur Erklärung aller vorkommenden Verhältnisse, unter denen der Schlerndolomit im südöstlichen Tirol auftritt, nicht nöthig haben, eine Korallenriffbildung anzunehmen. Auch habe ich an einem von zahlreichen Stellen neuerlichst gesammelten Material auf das Bestimmteste die Ueberzeugung von dem enormen Mangel, um nicht gerade zu sagen Ausschluss der Korallenüberreste im Schlerndolomite mir aufs Neue verschafft. Es sei gestattet,

8) v. Richthofen, Ueber Mendola- und Schlerndolomit in Zeitschr. d. d. geol. Gesellach. 1874, S. 225.

9) v. Mojsisovics, Ueber die Ausdehnung und Structur d. SO.-Tirol-Dolomit. Sitz. der Akad. d. Wiss. 71. Bd. 1875 und zahlreiche Berichte von M. u. Dr. Hörnes in d. Verh. d. geol. Reichsa. 1874 und 1875.

hier im Voraus zu constatiren, dass H. v. Richthofen selbst die Schichtung des nach seiner Ansicht aus Korallenriffen hervorgegangenen Dolomits zugesteht, ja selbst ein besonderes Gewicht darauf legt, dass auf dieses Moment von ihm selbst zuerst aufmerksam gemacht und das davon gegen die Rifftheorie abgeleitete Bedenken widerlegt worden sei.

Da H. v. Richthofen seit seiner Weltreise Tirol nicht wieder besucht hat, so beschränkt sich seine neuerliche Erwiderung wesentlich auf die frühere Beweisführung, die er nur durch die Ergebnisse seiner Untersuchungen an den Korallenriffen der Südküste von Java weiter zu stützen sucht. Ich setze nicht den geringsten Zweifel an die äussere Aehnlichkeit der Erscheinung zwischen den Dolomitfelsen in Tirol und den Korallenriffen der Südsee, aber für mich liegt darin weiter keine zwingende Nothwendigkeit, von dieser äussern Aehnlichkeit auf die innere Gleichheit der Entstehung zu schliessen; da ja nicht geläugnet werden kann, dass die Formen, die in den meisten Tiroler Dolomiten hervortreten, auch durch Denudation erklärt werden können, wie selbst von den heftigsten Vertretern der Korallenrifftheorie theilweise zugestanden wird. H. v. Richthofen vermisst (S. 236) die Mittheilung der meiner Anschauung zu Grunde liegenden Beobachtungen. Soweit sie sich auf stratographische Verhältnisse beziehen, sind sie ganz die nämlichen, wie auch er sie angestellt hat, darüber herrscht keine Differenz, die ja nur in der Deutung der beobachteten Thatsachen besteht. Ich sehe in den vielfach zerrissenen Dolomitbergen, in den steilen Rändern, mit denen sie plötzlich sich erheben, nichts anderes, als die Ueberreste einer grossen Gesteinsdecke, übrig gebliebene Fetzen einer weit verbreiteten Dolomitbedeckung und die Steilabbrüche von den nach einer Richtung hin zerstörten Theilen dieser Decke. Das sind Erscheinungen, die sich ja bei

jedem Ausblick nach den Dolomitbergen darbieten und tausendfach wiederkehren. Ich betrachte z. B. den Dolomit des Schlern als ein ursprünglich mit dem Dolomit der Mendel unmittelbar zusammenhängendes Dolomitcontinuum, das durch die Unterspülung und Wegwaschung der zwischen Schlern und Mendel unter dem Dolomit lagernden weicheren Schichten seiner Unterlage beraubt, theilweise zusammenbrach, wodurch die auf diese Art entstandenen Trümmer und Bruchstücke der fortspülenden Macht der fluthenden Gewässer zum Opfer fielen. Die Steilränder am Schlern, wie an der Mendel erscheinen mir als die derzeitigen Randtheile dieser zerstückelten Decke. Diese Verhältnisse sind genau so, wie wenn die Dolomitdecke, welche heute zu Tage noch zwischen Schlern und Rosengarten ein Continuum bildet, an der bereits zum Durchbruch vorbereiteten Eintiefung des Tschamin- und Duron-Bachs durch weiter fortgeschrittene Auswaschung der Campiler, Seisser und Grödener Schichten unterspült, etwa an den Rosszähnen zusammenbrechen würde und zwei neue Steilränder entstanden, genau so wie zwischen Peitler-Kogel und Sabatschberg, wo durch denselben Unterspülungsprocess die ursprünglich zusammenhängenden, jetzt getrennten Kalkberge entstanden sind. Ich vermag hier und nirgends Korallenriffländer zu sehen. Dergleichen spätere Isolirungen früher continuirlich ausgedehnter Schichtensysteme und ihre Trennung in mehrere Gebirgsstöcke gehören ja zu den allergewöhnlichsten Erscheinungen in unsern Alpen, und die Südtiroler Berge machen hiervon nicht die geringste Ausnahme; es sind durch Zerstörung der Zwischenmassen isolirte Berggruppen wie der Wetterstein und der Minninger, wie Karwendelgebirge und Solstein, wie Pentling und Kaisergebirge, wie vorderer und hinterer Kaiser, oder in den Südalpen zwischen Mt. Cislou mit den Neumarkter Bergen und dem Schönleitenskap mit Mt. Roen. Wir sehen bei Neumarkt noch deutlich

die ursprüngliche Querverbindung durch das Etschthal angedeutet.

Es gereicht mir zur grossen Befriedigung, dass selbst die am meisten fortgeschrittenen Vertreter der Rifftheorie die Allgemeinheit dieser Theorie in den Südtiroler Dolomitbergen haben fallen lassen und sie auf einzelne Fälle beschränkt wissen wollen. Wenn von dieser Seite ein ursprünglicher deckenförmiger Zusammenhang der Dolomitdecke zwischen Schlern- und Mendelbergen, zwischen Rothewand und Latemar zugleich mit Sasso di Loch, Campo Ziegelau und der Vedretta Marmolata u. s. w. zugegeben wird, so ist damit der allgemeinen Gültigkeit der Rifftheorie für Südtirol bereits das weiteste Feld entzogen, ich glaube das ganze. Denn wenn die durch Korallenriff angeblich entstandenen und steilrandigen Berge geschichtet sind, wie die Kalk- oder Dolomitmassen anderer Berge, wenn sich in diesen Gesteinsmassen keine oder nur Spuren von Korallen — wie ja zugegeben wird — erkennen lassen, was ist es denn, muss man fragen, was uns die Nöthigung auferlegt, ihre Bildung aus Korallenriffen herzuleiten? Ihre plötzliche Erhebung in hohen Steilrändern und ihr plötzlich mächtiges Anschwellen, sowie gewisse Strukturverhältnisse sollen den Korallenriffcharakter documentiren.

Vorerst ist es ja mehr als zweifelhaft, dass sich in den jetzigen Steilrändern ehemaligen Riffländer auch nur der ungefähren Form nach erhalten haben könnten, wo rings die grossartigste Zerstörung auf Quadratmeilen ausgedehnte mächtige Berge vernichtet hat. Wir haben es überall nur mit abgebrochenen Lagen zu thun und ich vermag nirgendwo irgend etwas Eigenthümliches zu entdecken, welches diese steilen plötzlich aufsteigenden Felswände vor anderen Abbruchsrändern auszeichnete und sie als Theile von Korallenriffen charakterisiren würde. Aber selbst wenn sie ehemals Theile von Riffen dargestellt hätten, wären sie, wie die

überall an ihrem Fuss aufgehäuften Bruchstücke augenscheinlich lehren, in ihrer ursprünglichen Form so weit verändert, dass die jetzige Berggestaltung nicht mehr auf jene frühere Bildung bezogen werden könnte. Ich habe mir wiederholt die Frage gestellt, wodurch denn diese Steilränder der Südtiroler Dolomitberge von anderen Abbruchrändern, die ja überall in den Kalk- und Dolomitgebirgen wiederkehren, sich unterscheiden liessen; ich habe Nichts herausfinden können.

Was weiter die Erscheinung des plötzlichen Anschwellens der Dolomite zu aussergewöhnlicher, d. h. in nächster Nähe nicht vorkommender Mächtigkeit anbelangt, so sind diess Verhältnisse, welche in- und ausserhalb der Alpen vorkommen, wo sicher keine Mitbetheiligung von Korallen anzunehmen ist. Ich erinnere nur an das plötzliche Anschwellen der schwammreichen Stellen in dem Juragebiete, an das rasche Mächtigerwerden der Dolomite in Franken, bei welchen gewiss keine Korallenriffe mitspielen. Es darf auch an den Wettersteinkalk in den Alpen erinnert werden, der z. B. im Kessel von Reichenhall wenige hundert Fuss mächtig in dem unmittelbar anschliessenden hohen Staufengebirge zu eben so vielen tausend Fuss anschwillt. Dasselbe ist an vielen Stellen mit dem Dachsteinkalk der Fall. Dass dieses rasche Anschwellen Folge lokalreicherer Niederschläge und Absätze oder Anschwemmungen sei, muss überall angenommen werden, wo Korallenreste in dem Gestein fehlen, während andere Thierreste von gleicher Beschaffenheit sich erhalten haben. Warum müssen es denn in Südtirol gerade riffbauende Korallen gewesen sein, die dies bewirkten, aber nachträglich total zerstört worden sind, während sich Foraminiferen und Schalthierreste erhielten? Wenn ich für die Bildung der Dolomitfelsmassen in Südtirol keine andern Agentien anzunehmen für nöthig erachte, als die sind, welche überall Kalk- und Dolomitschichten erzeugten

— darunter auch natürlich stellenweise Material, zu dem Korallen Beiträge lieferten — so steht meine Ansicht mit den thatsächlichen Beobachtungen und den allgemeinen Erscheinungen vollständig in Einklang; lokal Abweichendes aber lässt sich nur aus lokalen Ursachen ableiten und erklären, wie ich es versucht habe. Dass die von mir angenommene Dolomitdecke nicht unbegrenzt sich ausdehnt und lokal durch eine andere Bildung ersetzt wird, ist allerdings eine Inconsequenz der Natur (l. c. 237), für die aber ich denn doch nicht verantwortlich gemacht werden kann. Auch ist es keine unklare Vorstellung, sondern Thatsache, dass sich neben einander aus demselben Meere sehr heterogene Absätze bilden können ohne Mitbetheiligung von Korallenriffen, wie die Tiefsee-Untersuchungen reichlich gezeigt haben. Eine scharfe Abgrenzung von reinem Dolomit gegen schwarze Tuffschichten ist mir ebenso unerklärlich wie meinem verehrten Freunde, aber ich kenne einfach keine solche, sofern nicht Dislokationen sie hervorgerufen hätten. Wo dergleichen Grenzen in normaler Lagerung aufgeschlossen sind, da bemerkt man keinen scharfen Abbruch, sondern den geforderten allmählichen Uebergang und sogar ein gegenwärtiges, durch Wechsellagerung vermitteltes Ineinandergreifen.

Ich vermochte demnach auch in Folge meiner neueren Beobachtungen mich nicht zu überzeugen, dass irgendwo in Südtiroler Dolomit ein altes Korallenriff noch sichtbar geblieben ist, und ich will es mir gefallen lassen, vielleicht auch in Bezug auf die Erklärung der Entstehung alpiner Felsmassen für ein Reaktionär erklärt zu werden, wie denn H. v. Richthofen mein Bestreben, alpine Schichten mit ausseralpinen dem Alter nach gleichzustellen und demgemäss zu benennen, geradezu als einen Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie bezeichnen zu dürfen glaubt und Benennungen wie „Alpiner Röth“, „Alpiner unterer

Muschelkalk“ etc. gelassen für unexakt hält. Ich meinen Theils fühle mich trotzdem befriedigt bei solchen Rückschritten in der Alpengeologie, von denen ich mit Genugthuung sehe, dass sie einen wahren Fortschritt der Geologie im Allgemeinen im Gefolge haben, mitwirken zu können. Wenn ich irgend einen Beitrag zur Förderung der geologischen Kenntniss der Alpen je geleistet habe, so besteht er eben nur darin, die in den Alpen herrschenden besonderen Verhältnisse auch solchen verständlich zu machen, die nicht speciell Alpengeologen sind und diess hauptsächlich durch meine Bemühungen, die Faciesdifferenzen und Gleichheiten der Gebilde in den Alpen mit denen ausserhalb derselben klar zu stellen, nach denselben Methoden, die ich auch in meiner letzten Arbeit befolgt habe. Ich betrachte es als Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie, wenn man für dieselben eine eigene Wissenschaft mit eigener Nomenclatur und besonderer Titulatur zur Zeit noch festzuhalten für nothwendig erachtet, wo es vollständig klar geworden ist, dass die geologische Geschichte in den Alpen zwar ihren besonderen Gang, aber doch ganz gleichzeitig und analog mit gewissen Ereignissen ausserhalb der Alpen genommen hat und dass es absolut erforderlich ist, um die Alpengeologie allgemein verständlich zu machen, so viel als immer thunlich ist, die besonderen alpinen Bezeichnungen mit allgemeinen zu vertauschen. Auf diesem Wege werde ich mich durch keine noch so herbe und ungerechtfertigte Beurtheilung abbringen lassen.

Die Korallenrifftheorie ist in der neuesten Zeit durch die umfassenden Detailaufnahmen der Geologen der k. k. Reichsanstalt in ein neues Stadium getreten. In den über diese Forschungsergebnisse bisher erschienenen Publikationen wird der erbrachte Beweis als endgültig und unumstösslich bezeichnet und von den Gegnern die Beibringung des Beweises vom Gegentheil gefordert. Darüber dagegen wird

ganz stille hinweggegangen, dass die Untersuchungen dahin geführt haben, an die Stelle der ganz allgemein für die Südtiroler Dolomite als gültig ausgesprochenen Koralleurifftheorie eine enorme Einschränkung auf einige wenige Fälle treten zu lassen, und dass wir es mithin ganz und gar nicht mehr mit der früheren Theorie zu thun haben. Ich nehme davon Akt, weil damit eigentlich der Hauptsache nach bereits das, was ich behauptet habe, nicht widerlegt, sondern nur bestätigt ist, und es sich nur mehr um einzelne Ausnahmefälle handelt, die nun im Einzelnen zu betrachten wären. Das ist der jetzige Standpunkt der Sache.

Ich will nun versuchen, die Hauptzusammenstellung der bisher gewonnenen Ergebnisse zu Gunsten der letzten Ueberreste der Rifftheorie, wie sie die neueste Schrift des Herrn Bergraths v. Mojsisovics ¹⁰⁾ liefert, möglichst genau zu folgen.

Diese Schrift bezeichnet die Resultate paläontologischer Untersuchungen und Vergleichen der Einschlüsse der in verschiedenen Höhen und in verschiedenen Reihenfolgen auftretenden, unter einander sehr abweichenden Bildungen in Verbindung mit der Beobachtung des gegenseitigen Ineinandergreifens der beiden Facies der Dolomite und der Mergel als die Hauptstütze dieser Theorie. Diese Gründe sind mehrfach verschieden von jenen des Herrn v. Richthofen, namentlich in Bezug auf das Vorkommen der Pachycardien-Schicht auf der Seisser Alp, auf welches besonderes Gewicht gelegt worden war, dann in Bezug auf die Stellung, die der Schlerndolomit gegenüber den St. Cassianer Schichten einnimmt, und endlich in Bezug auf das Fehlen der Schichtung, die H. v. Richthofen zugegeben hat.

10) U. d. Ausdehnung u. Structur d. südtir. Dolomitblöcke. Sitz. d. Ac. d. Wiss. in Wien, I Abth. Bd. 71, Maiheft 1875.

Was den ersten Theil der oben angeführten Abhandlung anbelangt, so stimmen die hier angeführten Hauptresultate ziemlich vollständig mit der bereits in meinem ersten Beitrage nachgewiesenen stellenweisen Vicariirung des Dolomits für den oberen Muschelkalk ¹¹⁾ die Buchensteiner, Wenger und St. Cassianer Schichten (s. S. 51, 69, 70 u. s. w.). Auch habe ich daselbst schon auf die Möglichkeit einer Zerlegung dieses Dolomitcomplexes in die einzelnen Schichtenglieder, die er vertritt, hingedeutet. Indem weiter die einzelnen ursprünglich räumlich getrennten Dolomitstücke aufgeführt werden, zwischen denen becken- oder kanalartige Gebiete der Mergelfacies sich ausbreiten, begegnet man der Annahme, dass das Schlerngebirge einst wahrscheinlich sogar mit dem Mendelgebirge einerseits zusammenhing, andernseits erst mit der Marmolatagruppe sich abschloss. Also die W. und S. Steilränder des Schlerngebirgs mit seinem Anhang, sowie auch die östlichen des Mendelgebirgs und westlichen der Marmolata haben nichts

11) H. v. Richthofen wird sich aus dieser Abhandlung überzeugen, dass es denn doch nicht so unexakt ist, in den Alpen von oberem und unterem Muschelkalk zu reden, da man diese Bezeichnungen von einer Seite angenommen hat, welcher er gewiss den Vorwurf des Rückschritts in der Methodik der Alpengeologie nicht machen will. Wenn er aber (l. c. S. 221) mit einer kühnen Redewendung den Leser glauben zu machen sucht, dass ich die Richtigkeit der Bezeichnung von Schlerndolomit und Mendoladolomit erst recht begründet hätte, so verwechselt er eben die Sache mit dem Namen. Dass es zwei verschiedene und in gewissen Gegenden trennbare Dolomithorizonte in Südtirol gebe, wie H. v. Richthofen zuerst gefunden hat, das habe ich eben so scharf nachzuweisen gesucht, als das Unzutreffende der Bezeichnung „Mendoladolomit“, nach dem Mendelgebirge, in welchem eben die beiden Dolomite nicht zu trennen sind und der Name nur durch eine Verwechslung und ein Zusammenwerfen der zwei Dolomithorizonte entstanden ist. Das liegt so klar zu Tag, dass ich es wirklich für überflüssig erachte, noch ein Wort darüber zu sagen.

mit Riffränder zu thun. Es sind steile Abbruchränder, Folgen späterer Zerstörung einer weit ausgedehnten Decke. Das ist denn doch nur eine Bestätigung meiner Annahme. Auch Peitlerkogel und Geisterspitz werden mit dem Gerdenazzegebirge als ein früher zusammenhängendes Massiv geschildert und bemerkt, dass für einige andere, jetzt allseitig isolirte Dolomitstöcke der Beweis ursprünglicher Isolirung nicht nach allen Richtungen hin sich erbringen liesse; es dürften dieses durch Denudation abgetrennte Partien grösserer Massen sein, welche in das Gebiet der Mergelfacies übergegriffen haben. Es werden 5 solcher Gruppen angeführt. Damit ist die Rifftheorie bereits auf einen verhältnissmässig kleinsten Raum der Dolomitverbreitung eingeeengt.

Indem weiter (S. 7) der für die Buchensteiner Schichten stellvertretende Dolomit als randlicher Dolomitwall bezeichnet wird, von dem denn doch wohl nicht behauptet werden kann, dass er aus Korallen bestehe, finde ich hierin bereits die Erklärung für die jüngeren „Wälle“ angedeutet, die eben so wenig, wie die älteren, ihren Ursprung in Korallenriffen nehmen müssen. Von dem Inhalte der folgenden Erörterung hebe ich als das Wichtigste die Angabe hervor, dass manche Dolomite eine laterale Abgrenzung erlangen durch ein allmähliges Zurücktreten der oberen Lagen oder durch ein Ineinandergreifen der Dolomit- und Mergelfacies, wodurch selbst eine Ueberlagerung der Mergelbildung durch Dolomit entstehen kann, und wo eine Erosion noch hinzutritt, eine isolirte freie Auflagerung von Dolomitplatten auf Mergel möglich wird. Demnach werden die sämmtlichen jetzt isolirten, dem Mergel frei aufgesetzten Dolomitgruppen auf einer Seite hin ursprünglich mit dem grossen Stock zusammenhängend dargestellt unter der Annahme, dass erst durch Erosion dieselben zertheilt worden sind. So die St. Cassianer Massen vom Set Sass im W. an über Mt. Nuvolau

nach O. bis in das Boitathal, die Dolomite des Sasso Pit-schi, der Zug des Sasso di Capello bis zum Marmolatastock. Sie alle brechen wenigstens nach einer Seite hin mit steilen Erosionswänden ab. Die ursprüngliche Continuität der Dolomitdecke ist damit bereits über weite Flächen zugegeben. Wenn nun aber Set Sass mit Nuvolau u. s. w. über dem Mergel früher zusammenhing, wenn Schlern- und Marmolata-gebirge vormals ein zusammenhängendes Ganze ausmachten, warum soll nicht die Schlernostseite mit der Langkogelgruppe, diese mit dem Gerdenazzo- und Pardoistock vordem über dem Mergel im Zusammenhang gestanden haben und erst durch Erosion in einzelne Gruppen zertheilt worden sein? Ich habe mir diese Frage an Ort und Stelle vorgelegt und konnte keine Gegengründe auffinden. Dieselben Strukturverhältnisse, dieselben Steilabbrüche in Folge von Erosion, dieselbe Leere an Korallen, wie da, wo zugestanderener Maassen, die Ränder als Abbrüche angesehen werden. So ist es an den Steilrändern der Langkofelgruppe, am Peitlerkofel, am Pardoigebirge. Es bedarf gar nicht der Continuität der Dachsteinplatte zu einem weiteren Beweis. Beide Bildungen, der tiefere Dolomit und der Dachstein, sind verschieden altrige Ablagerungen, die so unabhängig in ihrer Verbreitung sind, dass man von der Continuität des einen ja ohnehin nicht mit Grund auf die der andern für denselben Verbreitungsbezirk schliessen darf.

Aus der gegenwärtigen Isolirung einzelner Dolomitstücke kann meiner Ansicht nach nicht auf ihre Entstehung aus einem Korallenriff geschlossen werden, da diese Isolirung vollständig auch durch Erosion erklärlich wird.

Ein weiteres Moment für die Begründung der Rifftheorie wird von der Struktur der Dolomitmassen hergeleitet. Es wird behauptet (S. 7), dass eine regelmässige Theilung des Dolomits in Südtirol als ächte Schichtung nicht vorkäme. Diese Annahme steht weder mit der Auffassung der

Strukturverhältnisse des Dolomits H. v. Richthofen's noch mit meiner Erfahrung in Einklang. Ich fand den Dolomit Südtirols überall mindestens ebenso deutlich geschichtet, wie den Juradolomit in Franken, in der Regel noch viel deutlicher. Die Behauptung mangelnder Schichtung findet aber schon S. 12 eine entsprechende Korrektur, indem hier die höchsten Lagen der Stücke selbst als ausgezeichnet wohlgeschichtet hervorgehoben werden. Nur die tiefere Hauptmasse soll der eigentlichen Schichtung ermangeln, und dafür soll einerseits eine Art „Conglomeratstruktur“ oder andernseits eine „Uebergusschichtung“ Platz greifen.

Was zunächst die sog. Conglomeratstruktur anbelangt, so wird dieselbe beschrieben, als eine Zusammenhäufung von Dolomitblöcken oder Klumpen durch Dolomitbindemittel. Diese Klumpen werden als eine Art Pseudomorphose nach früheren Korallen erklärt, ohne dass aber zugestandener Maassen sich eine Spur von Korallen in diesen Klumpen findet. Warum sind es denn nicht Pseudomorphosen nach Schwämmen? Wenn es aber Korallen wirklich gewesen wären, warum sind diess jetzt Klumpen, deren Form doch eher auf eine Abrollung durch die Fluthbewegung hindeuten würde und nicht scharfzackige, spitze Trümmer, wie die Theile der Korallenriffe? Oder bestehen etwa die jetzt zu Fels gewordenen Korallenriffe aus solchen Klumpen? Ich habe durch die Güte des Hrn. Prof. Semper eine Auswahl solcher Riffkalke der Südsee genau zu untersuchen Gelegenheit gefunden und kann nur sagen, dass von solchen Klumpen sich nichts vorfindet, sondern die zu dichtem Kalkfels verwachsenen Korallen ganz das Zackige und Scharfe beibehalten haben, das sie früher besessen haben. Diese Struktur findet sich also nicht bei den zu Felsmasse umgewandelten Korallenriffen der Jetztzeit. Auch ist es ein Irrthum, dass an den heutigen Korallenriffen jede Spur

des organischen Ursprungs sehr häufig verschwindet. Wer hat denn solche Felsmassen bis jetzt mikroskopisch untersucht, und darf sich demnach für berechtigt halten, dieses Urtheil zu fällen? Man kann auch nicht annehmen, dass die dolomitische Beschaffenheit der Felsmassen Veranlassung an diesem Verschwinden der organischen Struktur ist. Denn nach den eingehenden Untersuchungen von Dr. Dölter und besonders von Dr. Hörnes ¹²⁾ besitzen viele dieser Gesteine keine dolomitische, sondern kalkige Zusammensetzung, so dass man sogar die Berechtigung in Frage stellen kann, die aus ihnen bestehenden Gebirge als Dolomitgebirge zu bezeichnen. Warum finden sich denn auch in diesen Kalkfelsmassen keine Korallenreste? Doch wohl weil niemals dergleichen darin enthalten waren. Meine Untersuchungen der reichen Suite des Hrn. Prof. Semper gaben mir lehrreiche Aufschlüsse. In Felsmassen, die äusserlich an Dichte keinem Alpenkalk oder Jurakalk nachstehen, die selbst so vollkommen in krystallinischen Zustand übergegangen sind, dass sich bei Zerschlagen auf grössere Strecken hin der spiegelnde Glanz der Kalkspathspaltungsflächen wahrnehmen lässt, treten in Dünnschliffen die Strukturverhältnisse der die Kalkstein bildenden Korallen mit vollster Bestimmtheit hervor. Sie sind in keinem Stücke obliterirt, das ich untersucht habe. Ich darf daher auch die aus dieser sog. Conglomeratstruktur der Dolomite, die ich übrigens selbst nirgendwo zu beobachten im Stande war, zu Gunsten der Entstehung aus Korallenriffen abgeleiteten Beweise als unbegründet zurückweisen.

Es dürfte abgesehen von der vorliegenden Frage von allgemeinerem Interesse sein, die Struktur dieser Korallenfelsen der Jetztzeit etwas näher zu beschreiben, indem wir

12) Vergl. Zeitschr. d. deutschen u. österr. Alpenvereins 1875 S. 108 u. ff., und Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. 1875. 3. Heft. 298 u. ff.

hier ein lehrreiches Beispiel der Entstehung von festen Kalkmassen gegenüber der aus dem kroidigen Tiefseeschlamm vor Augen haben. Es soll am Schlusse desshalb hierüber eine weitere Mittheilung gemacht werden.

Wir kehren zunächst zur weiteren Besprechung der Strukturverhältnisse des Dolomits zurück. Die zweite Strukturform, welche der Südtiroler Dolomit besitzen soll, wird als Uebergangsschichtung bezeichnet. Diese Art der Ausbildung von Schichtgesteinen ist bekanntlich nirgendwo schöner zu beobachten, als in Sandsteingebirgen, z. B. im Buntsandstein oder Keuper. Es bedarf wohl nicht erst des Beweises, dass hier keine Korallen mitthütig waren. Der gleichen Strukturverhältnisse werden durch hin- und herwogende Fluthungen hervorgerufen. Sie stehen ausser Beziehung zur Korallenriffbildung, bei welcher, wie das H. v. Richthofen (l. c. S. 244) selbst nach eigener Beobachtung an jetzigen Riffelsen ganz besonders hervorhebt, „das Gestein geschichtet ist und zwar grösstentheils in dicken Bänken, hier und da auch in dünnen Lagen, die 20—30 F. weit fortsetzen“. Derartige höchst vereinzelte Erscheinungen, von denen übrigens nur an zwei Stellen beobachtete Beispiele angeführt werden, können mithin nichts für die Rifftheorie im Grossen und Allgemeinen beweisen. Ich will dagegen gar nicht geltend machen, dass von mir an den zwei bezeichneten Stellen, nämlich am Schlern- und Bovaigehänge eine ähnliche Ausbildung des nach meiner Auffassung immer unzweideutig geschichteten Gesteins, trotz aufmerksamer Untersuchung nicht ausfindig gemacht werden konnte, weil es ja bei so ausgedehnten Entblössungen immerhin möglich ist, dass man den betreffenden Punkt nicht aufgefunden hat. Aber als eine allgemein verbreitete, desshalb irgendwie wichtige Schichten- ausbildung kann eine derartige Erscheinung nicht gelten.

Inwiefern das Vorkommen des Cipitkalks eine Beziehung
[1876. 1. Math.-phys. Cl.]

zu der vorliegenden Frage besitzen soll, ist nicht abzusehen. Der Cipitkalk ist, wo er vorkommt, eine kalkige Zwischenbank in den Tuffschichten, wie der schöne Aufschluss in einem Graben ganz nahe der Cipitalpe erkennen lässt. Er enthält Korallen in grosser Menge und gutem Erhaltungszustande. Man bemerkt an ihnen keine klumpigen Pseudomorphosen, welche einer Strukturart des Dolomits zu Grunde liegen soll. Das Vorkommen von Korallen im Cipitkalke, einem Gestein, welches nicht anders zusammengesetzt ist, als viele sog. dolomitische Lagen im Schlerndolomit, ist der schlagendste Beweis dafür, dass wo einmal Korallen im Gestein vorhanden waren, sie auch jetzt noch kenntlich sind. Denn an zwei Stellen kommen sie ja auch im weissen Dolomit (l. c. S. 15) massenhaft vor, während sonst überall „nicht ganz zweifellose Reste“ zu finden sind, d. h. denn doch, wo Korallen jemals im Gestein vorhanden waren, sind sie auch jetzt noch zu sehen. Der Cipitkalk besteht nach meiner Analyse (I), der ich jene eines dolomitischen Kalks von den Rosszähnen am Schlern nach der von den Hrn. Dr. Doelter und Dr. Hörnes¹³⁾ mitgetheilten Analyse beisetze (II), aus:

	I	II
Kohlensaurer Kalkerde	87,85	CO ₂ . . . 43,15
Kohlensaurer Bittererde	3,83	CaO . . . 51,43
Kohlens. Eisenoxydul mit etwas Manganoxydul	4,05	MgO . . . 2,44
Eisenreicher Thon . . .	4,03	FeO . . . 1,03
Wasser	0,20	unlös. Rückst. 1,48
	99,96	99,53

Die chemische Zusammensetzung ist nicht sehr verschieden und die Frage gewiss gerechtfertigt, warum finden

13) Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. 1875, 3. Heft S. 321.

sich im Cipitkalk so reichlich Korallenreste, warum fehlen sie in dem ganz ähnlich zusammengesetzten Gestein an den Rosszähnen? Doch wohl weil sie niemals in letzterem vorhanden waren; denn wie sollten sie hier spurlos verschwunden sein, während man auf der anderen Seite „sandsteinartige Dolomitstöcke noch deutlich als zusammengesickertor Korallensand zu erkennen im Stande“ sein soll.

Ich empfinde hier am Schluss meiner Darstellung in der That nicht die grosse Verlegenheit, in der ich, wie befürchtet wurde, (l. c. S. 16) gerathen würde, um die Genesis der oben geschilderten Strukturformen zu erklären. In einer irgend nennenswerthen Allgemeinheit kommen sie nicht vor, und bedürfen daher als der allgemeinen Gesteinsbildung zu Grunde liegend keiner Erklärung, und wo sie etwa lokal vorkommen, beweisen sie alles andere, nur nicht den Ursprung des Gesteins aus Korallenriffen!

Aber ganz abgesehen von allen diesen besprochenen Verhältnissen, erwächst der Rifftheorie aus den Niveauverhältnissen eine Schwierigkeit, welche sie wohl schwerlich ganz aus dem Weg zu räumen im Stande ist.

Die riffbauenden Korallen unserer Meere können bekanntlich nicht tiefer, als höchstens 200 Fuss unter dem Meerespiegel fortkommen. Ich denke, Niemand wird in Zweifel ziehen, dass zur Triaszeit die Korallen ähnlichen Bedingungen der Existenz unterworfen waren, wie die jetzt lebenden. Nun besitzen die Felsmassen in Südtirol, welche aus Korallenriffen entstanden sein sollen, an vielen Stellen — welche direkt als Korallenriff ausgebildet angeführt werden, z. B. die Schlernwand oberhalb Bad Ratzes, — mitunter eine Mächtigkeit von mindestens 2000 F. Es müsste demnach der Untergrund, auf dem die riffbauenden Korallen fort und fort weiter wuchsen, nach und nach und ganz allmählig sich um nahe 2000 Fuss gesenkt haben. Die Gegenden aber, in welchen an der Stelle des Dolomits die

allgemeine Mergelfacies sich entwickelt findet, oder der normale Aufbau der Schichten ohne Beihilfe der Korallen fort und fort andauerte, mussten dem gehobenen benachbarten Untergrund der Korallenriffe gegenüber Spuren einer solchen enormen Senkung auch jetzt noch deutlich erkennen lassen. Denn diese Gegend müsste entweder gleichmässig mit der Basis der Korallenriffe mitgesenkt worden sein und dann die Mergelfacies in entsprechender Mächtigkeit aufweisen, was nicht der Fall ist, oder aber unverrückt geblieben sein, während bloss die Basis der Korallenriffe sich allmählig senkte. Vergleicht man dem gegenüber das gleichmässig ausgebildete Fundament, welches allen den jüngeren Bildungen gemeinschaftlich zu Grunde liegt, in den verschiedenen Gegenden, innerhalb welcher in Südtirol vermeintliche Korallenriffe angenommen werden in Bezug auf das relative Niveau des Vorkommens, so treten solche Differenzen eben nicht hervor. Die Seisser und Campiler Schichten, die beiden Faciesbildungen zur Grundlage dienen, liegen von Tiers, über Seiss bis in's Grödener Thal nahezu gleich hoch, wie auf dem gegenüberstehenden Porphyryplateau von Klobenstein. Die Zonen, in welchen diese Schichten am Fuss der Dolomitberge zu Tage austreichen, bilden, wie ein Blick auf die geologischen Karten lehrt, über weite Strecken, innerhalb welcher nur durch solche eminente Senkungen des Untergrundes das Fortwachsen der Riffe möglich gedacht werden könnte, in erstaunlicher Regelmässigkeit fortlaufende und ununterbrochene Streifen. Die in der Gesamtausbreitung dieser Fundamentgesteine hervortretenden Höhendifferenzen in der Lage, welche sie jetzt einnehmen, weisen allerdings auf grossartige Verschiebungen hin, welche die Schichten sowohl durch die allgemeine Gestaltung, als speziell durch die Durchbrüche der mächtigen Eruptivgesteine erlitten haben. Man wird deshalb ebenso wohl wie lokale Senkungen auch lokale

Hebungen annehmen dürfen, um die jetzigen Niveauverhältnisse zu erklären. Aber diese Dislokationen haben die Basis und die auf ihnen höher aufgelagerten Faciesgebilde beiderlei Art ganz gleichmässig getroffen. Es wird sich demnach die kolossale Mächtigkeit der Dolomitmassen, aus Korallenfelsriffen entstanden gedacht, gegenüber dem relativen Niveau, welches die benachbarte Mergelfacies einnimmt, durch Senkungen und nachträgliche Hebungen nicht erklären lassen, ohne den natürlichen Verhältnissen, wie sie vorliegen, Zwang anzuthun.

Ich gestehe gern, dass die Erklärung der grossen Mächtigkeit der Südtiroler Dolomitmassen eine schwierige Sache ist, aber sie scheint mir denn doch nicht schwieriger, als überhaupt jene der Entstehung nicht minder mächtiger Dolomite, wie sie im Hauptdolomit vorkommen oder des Wettersteinkalks in den Nordalpen. Es wäre gewiss auch mir in hohem Grade erwünscht, für diese Erscheinung wenigstens innerhalb eines Theils unserer Alpen durch die Annahme der Rifftheorie eine vollgenügende Erklärung zu finden. Ich kann mich aber von ihrer Richtigkeit aus eigener Anschauung nicht überzeugen, und so sehe ich mich genöthigt, frei von aller leidenschaftlichen Rechthaberei auch jetzt noch an dem festzuhalten, was ich den beobachteten Thatsachen gegenüber für das Naturgemässe crachte.

Einige Bemerkungen über die Beschaffenheit des Korallenriffkalks.

Der vollständig zu Fels gewordene Riffkalk von der SO.-Seite der kleinen Lagune von Nariunguo stellt eine an der Oberfläche von vielen Höhlungen, Bohrlöchern und feinsten Poren durchzogene rauhe Steinmasse dar, welche auf der Bruchfläche sich der Hauptsache nach aus vollständig krystallinischer Masse zusammengesetzt zeigt, so dass selbst auf kleineren Parthieen in verschiedenen Richtungen

die prächtig spiegelnden Flächen des Kalkspaths zum Vorschein kommen, wobei die organische Struktur der Koralle, welche dieser Masse zu Grunde liegt, gleichwohl noch sehr deutlich und bestimmt dadurch zu erkennen ist, dass theilweise in die von der thierischen weichen Substanz eingenommenen Räume eine gelbe, ockrige Substanz eingedrungen ist, diese Räume theilweise aber auch noch unausgefüllt geblieben sind. Die ursprüngliche Scerodermmasse ist dagegen ganz in Kalkspath übergegangen. In dieser Hauptmasse des Steins sind nun vielfache Putzen und Nester eingebettet, die von minder dichtem, schmutziggelbem körnigem oder aber auch von ganz dichtem Material ausgefüllt und mit dem Korallenkalk dadurch zu einer Gesteinsmasse innigst verbunden erscheinen. Auch bemerkt man in diesen eingeschlossenen Putzen, welche durch Ausfüllungen der früher im Korallenstock vorfindlichen Höhlungen entstanden sind, kleine *Schnecken-*, *Crinoideen-* und *Foraminiferen-*Durchschnitte. An andern Stellen scheinen Muschelschalen, Stücke anderer Korallen (*Millepora*) und dergleichen, von den fortwachsenden Korallen umschlossen worden zu sein. Bei dieser so vollständigen steinigen Umbildung des Kalkgerüstes der Koralle ist es nicht ohne Interesse, die chemische Zusammensetzung kennen zu lernen. Ein möglichst reines Stückchen, das ich analysirte, bestand in Salzsäure löslichen Antheilen aus:

kohlensaurer Kalkerde	95,00
kohlensaurer Bittererde	2,92
Kieselerde in Salzsäure löslich	0,07
Eisenoxyd und Thonerde	0,36
Phosphorsäure	0,02
Fluor	Spur
in Salzsäure unlöslich bei 100° C.	
getrocknet	1,75
	<hr/> 100,12

In Dünnschliffen erscheinen die Kalkwände der Korallen aus klarem, stellenweise durch feine eingestreute Staubtheilchen wolkig trübem Kalkspath bestehend, auch lässt sich in demselben selbst die feinere organische Struktur noch wahrnehmen. Daneben zeigen sich die charakteristischen Risse des Kalkspaths in den Spaltungsrichtungen, und stellenweise eine Anzahl kleiner, oft etwas gekörnelter Nadelchen, welche ich für die Räume eingedrungener Bohralgcn oder Bohrschwämme (*Vioa*) halte. Die Zwischenräume sind theils mit einer braunen, feinkörnigen Substanz überzogen, seltener ganz bedeckt, theils aber auch durch Kalkspath ganz ausgefüllt, in der Weise, dass radienförmig von den Wandungen her gegen das Innere einzelne krystalinische Körnchen vordringen. Die gelbe, äusserlich ockerähnliche Ueberrindung dürfte aus feinerriebenem Kalkschlamm und eisenhaltiger organischer Substanz bestehen.

Die eingeschlossenen, nicht aus dem Skelett der Korallen bestehenden Putzen, die meist die Form von grossen Bohrhöhlungen besitzen, bestehen nach der mikroskopischen Untersuchung der möglichst dünneätzten Stückchen, welche sehr schwer durchsichtig zu machen sind, aus einem ziemlich gleichmässigen, äusserst feinen, wie aus bloss kleinsten Körnchen bestehenden Hauptmasse von gelblich und bräunlich weisser Farbe, in der nun Schalenreste von *Mollusken*, Stücke von *Crinoideen*, *Foraminifcren*, *Polycystinen*, einzelne *Diatomeen* und *Lithothammien* eingebettet sind. Es macht diess ganz den Eindruck, als ob in vorhandene Löcher und Höhlungen feinst abgeriebener Kalkstaub mit kleinen Theilchen abgestorbener Organismen hineingeschwenmt worden sei und sich nach und nach durch den Kalk, welcher mittelst der aus der zersetzten thierischen Substanz entstandenen Kohlensäure beweglich gemacht wurde, verkittet hätte. Trotz der genauesten Untersuchungen konnte ich keine Spur von *Coccolithen* weder in diesen Theilen noch auch an Stellen, wo die Masse noch locker und pulverig

geblieben war, entdecken. Dieser Hauptbestandtheil des Tiefseeschlammes scheint an der Bildung des Riffkalks sich nicht zu betheiligen. Auch vermisse ich die im Tiefsee so häufigen *Globigerinen*, *Orbulinen*, *Truncatulinen* etc., während *Dentalinen*, *Miliolinen*, *Guttulinen*, *Textularien* bei den Ausfüllungen der Korallenhöhlungen besonders betheilt und grossentheils im Innern ihrer Kammerräume von krystallinischem Kalke bereits ausgefüllt sind.

Ein vollständig dichter Riffkalk von Bitaitai, Fluss Bislig, besitzt keine leeren Höhlungen und Poren, sondern bildet eine stetige Kalkmasse etwa von der Beschaffenheit des Nummulitenkalks. Auf dem Querbruche bemerkt man neben der dichten nur stellenweise durch kleinste spiegelnde Flimmerchen an eine krystallinische Zusammensetzung erinnernden Hauptmasse fleckenweise ausgebreitete mehr erdige Parthieen. Während die Hauptmasse in den Dünnschliffen aus noch deutlich in der Struktur erkennbaren Korallenstücken besteht, bei welchen die Zwischenräume zwischen dem festen Kalkgerüste durch feine krystallinische Kalkspatheilchen ausgefüllt sind, bilden in den erdigen Parthieen feinste, staubartige Kalktheilchen, untermengt mit *Foraminiferen*, deren Kammern gleichfalls durch krystallinischen Kalk ausgefüllt sind, mit *Polycystinen*, einzelnen *Diatomeen*, kleine Stückchen von *Korallen*, Nadel- oder haarähnlichen Röhren eine kompakte, durch kalkspathige Zwischenmassen verbundene Masse von grosser Festigkeit. Auch hier scheinen diese erdigen Putzen früheren Aushöhlungen im Korallenstock ihren Ursprung zu verdanken, in welchen sich Kalkschlamm nach und nach mit abgestorbenen kleinsten Thierresten zum festen Gestein verkittete.

Ein anderes sehr merkwürdiges Stück besteht aus einem Poriten, dessen Stock dem äusseren Ansehen nach vollständig felsig verkalkt erscheint. Bei näherer Prüfung im Dünnschliffe finden sich aber die meisten Durchbrechungen noch leer, wenige sind mit feinkörnig späthigem Kalk er-

füllt. Die Masse des Gerüstes lässt noch mit bewunderungswürdiger Vollständigkeit die ursprünglichen Strukturverhältnisse erkennen. Man sieht, dass das kalkige Gerüste aus einer überaus feinstrahligen Masse besteht, welche büschel- oder bündelweise übereinander liegend die Kalkwände bilden; da wo zwei Wandungen zusammenstossen, liegen mehr in die Länge gestreckte Fasern. Diese Faserstruktur gewinnt im Allgemeinen ganz das Ansehen derjenigen der Foraminiferenschalen. Gelingt es, im Durchschnitt senkrecht zu einem solchen Faserbündel zu sehen, so bemerkt man feinste Cylinderchen in einer homogenen Masse liegend, so als wären diess feinste Poren, die das Kalkgerüste in unendlicher Anzahl durchdringen. Diese Cylinderchen sind durch allmählichen Aufbau schichtweise übereinander gestellt oder verlängert, so dass im Längsschnitte etwas dunklere, feinschwebige Streifen sichtbar werden, die ein moirirtes Aussehen hervorrufen. Schon bei der zuerst erwähnten versteinerten Koralle habe ich feine Röhren erwähnt, welche die Kalkwandungen durchziehen. Hier bei diesem Poriten stellen sie sich nun in unendlicher Menge ein, und durchschwärmen die Kalkmasse nach allen Richtungen. Sie besitzen constant zweierlei Grössen. Die grösseren sind mehr gekrümmt, die kleineren dagegen oft nadelförmig gradgestreckt, meist einfach, doch auch hier und da verzweigt. Beide sind entweder leer oder mit einer bräunlichen körnigen Substanz ausgefüllt. Wegen ihres unregelmässigen, nach allen Richtungen hin gewendeten Verlaufs kann man nicht annehmen, dass sie in einem organischen Zusammenhange mit dem Korallenskelette stehen, vielmehr ist es wahrscheinlich, dass sie von das Kalkgerüste durchbohrenden Schmarotzern herrühren. Wegen ihrer Häufigkeit scheinen sie nicht unwesentlich dazu beizutragen, das Durchdringen von Wasser zu vermitteln und dadurch den Versteinungsprocess zu fördern.
